

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  
**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль  
«Оборудование и технология сварочного производства»

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема работы	
<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ РЕШТАКА ПСН 3100</b>	

УДК 622.619-216.54:621.754:621.791

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A51	Сотников А.Н		

Руководитель / Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ / Старший преподаватель ЮТИ	Ильященко Д.П. / Кузнецов М.А.	к.т.н. / к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Полицинская Е.В.	к.п.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП Машиностроение	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2020 г.

### *Планируемые результаты обучения по ООП*

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Студент гр. 3-10А51

Руководитель ВКР / Консультант

А.Н. Сотников

Д.П. Ильященко /

М.А. Кузнецов

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль  
 «Оборудование и технология сварочного производства»

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП «Машиностроение»

Д. П. Ильященко

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной проект

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A51	Сотникову Александру Николаевичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рештака ПСН 3100

Утверждена приказом проректора-директора  
 (директора) (дата, номер)

31.01.2020 г. № 7/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

#### Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Материалы преддипломной практики

#### Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).

1. Обзор и анализ литературы.
2. Объект и методы исследования.
3. Разработка технологического процесса.
4. Конструкторский раздел.
5. Проектирование участка сборки-сварки.
6. Финансовый менеджмент.
7. Социальная ответственность.

<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		1. ФЮРА.ПСН.310.198.00.000 СБ Рештак 2 листа (А1). 2. ФЮРА.000001.198.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 3 листа (А1). 3. ФЮРА.000002.198 ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000003.198 ЛП Директивный техпроцесс 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000004.198 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000005.198 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000006.198 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1). 8. Технологическая схема сборки и сварки изделия	
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>			
<b>Раздел</b>		<b>Консультант</b>	
Технологическая и конструкторская часть		Кузнецов М.А.	
Социальная ответственность		Солодский С.А.	
Финансовый менеджмент		Полицинская Е.В.	
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</b>			

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель / консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>		<b>Дата</b>	
Руководитель / Старший преподаватель ЮТИ	Ильященко Д.П./ Кузнецов М.А.	К.т.н./ к.т.н.				

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-10А51	Сотников А.Н.		

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль  
«Оборудование и технология сварочного производства»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2019 – 2020 учебного года)

Форма представления работы:

<b>Дипломный проект</b>
-------------------------

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН**  
**выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.01.2020	Обзор литературы	20
17.02.2020	Объекты и методы исследования	20
17.03.2020	Расчеты и аналитика	20
17.04.2020	Финансовый менеджмент	20
20.05.2020	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ЮТИ	Кузнецов М.А.	к.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2020 г.

# ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А51	Сотникову Александру Николаевичу

Институт	Юргинский технологический институт		
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	4420125,84руб 608930,26 руб 4674860,81 руб
2. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	упрощенная 13% 32,8%
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Определение капитальных вложений	
2. Расчет составляющих себестоимости	
3. Расчет количества приведенных затрат	
Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей)	
1. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Полицинская Е.В..	к.п.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А51	Сотников А.Н.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А51	Сотникову Александру Николаевичу

Институт	Юргинский технологический институт		
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки рештакана предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> </ul> <p>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения);</li> <li>- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы);</li> <li>- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу);</li> <li>- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).</li> </ul>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i></li> <li>– <i>действие фактора на организм человека;</i></li> <li>– <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i></li> <li>– <i>предлагаемые средства защиты</i></li> </ul> <p>(сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</p>	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	<p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>



3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Вредные выбросы в атмосферу.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
<b>Перечень графического материала:</b>	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С. А.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А51	Сотников А.Н.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 102 с., 2 рисунка, 32 таблицы, 41 источник, 3 приложения, 11 л. графического материала.

Ключевые слова: сварка плавлением, технология, режимы сварки, сила сварочного тока, сварочное оборудование, производительность, план участка, приспособление, промышленная безопасность, себестоимость.

Актуальность работы: в данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки-сварки рештака шахтного перегружателя ПСН 3100.

Объектом исследования является процесс изготовления рештака шахтного перегружателя ПСН 3100.

Цели и задачи исследования (работы). В результате данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации повышающей производительность труда.

В процессе работы рассчитаны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, нормированы сборочно-сварочные операции. Посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгоде предлагаемого технологического процесса.

ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и КОМПАС-3D V10 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

## Abstract

Final qualifying work 102p., 3 drawings, 32 tables, 41 sources, 2 applications, 11 p. graphic material.

Key words: fusion welding, technology, welding modes, welding current strength, welding equipment, productivity, site plan, fixture, industrial safety, cost.

Relevance of work: in this final qualification work, the design of the assembly-welding section of the pan of the PSN 3100 mine reloader is carried out.

The object of research is the manufacturing process of the pit of the mining loader PSN 3100.

The goals and objectives of the study (work). As a result of this work should get production with the highest degree of mechanisation and automation improves productivity.

In the course of work calculated modes Sarki, picked up welding equipment, are normalized Assembly-welding operations. Calculated economic effect from the innovation that allows to judge about the profitability of the proposed process.

The WRC implemented a text editor Microsoft Word 2016 and KOMPAS-3D V10 and is represented on the disk (in an envelope on the back cover).

## Оглавление

Введение	16
1 Обзор и анализ литературы	17
1.1 К вопросу о саморегулировании дуги при сварке плавящимся электродом	17
1.2 Сварка в защитных газах с колебаниями электрода. Тепловая задача	18
1.3 Интегральное саморегулирование в процессах дуговой сварки	19
1.4 Заключение	20
2 Объект и методы исследования	22
2.1 Описание сварной конструкции	22
2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции	22
2.3 Методы проектирования	29
2.4 Постановка задачи	31
3 Разработка технологического процесса	32
3.1 Анализ исходных данных	32
3.1.1 Основные материалы	32
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	37
3.1.3 Выбор вспомогательных материалов	38
3.2 Расчет технологических режимов	40
3.3 Выбор основного оборудования	43
3.4 Выбор оснастки	49
3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы	50
3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование	51
3.7 Разработка технической документации	54
3.8 Техническое нормирование операций	55
3.9 Материальное нормирование	57
3.9.1 Расход металла	57

3.9.2 Расход сварочной проволоки	58
3.9.3 Расход защитного газа	58
3.9.4 Расчет расхода и затрат на сварочный флюс	58
3.9.5 Расход электроэнергии	59
4 Конструкторский раздел	60
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	60
4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	60
5 Проектирование участка сборки-сварки	63
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	63
5.2 Расчет основных элементов производства	63
5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования	63
5.2.2 Определение состава и численности рабочих	65
5.3 Пространственное расположение производственного процесса	66
5.3.1 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	66
6 Финансовый менеджмент	67
6.1 Финансирование проекта и маркетинг	67
6.2 Экономический анализ техпроцесса	67
6.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	68
6.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	70
6.2.3 Определение затрат на основные материалы	71
6.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы	72
6.2.5 Расчет расхода и затрат на сварочный флюс	73
6.2.6 Определение затрат на заработную плату	73
6.2.7 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	74
6.2.8 Заработная плата административно-управленческого персонала	75
6.2.9 Определение затрат на силовую электроэнергию	75
6.2.10 Определение затрат на сжатый воздух	76
6.2.11 Определение затрат на амортизацию оборудования	76

6.2.12	Определение затрат на амортизацию приспособлений	77
6.2.13	Определение затрат на ремонт оборудования	78
6.2.14	Определение затрат на содержание помещения	79
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	79
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	80
7	Социальная ответственность	82
7.1	Описание рабочего места	82
7.2.	Законодательные и нормативные документы	83
7.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	85
7.3.1	Обеспечение требуемого освещения на участке	91
7.4	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	92
7.4.1	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	94
7.5	Охрана окружающей среды	95
7.6	Защита в чрезвычайных ситуациях	96
7.7	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	97
	Заключение	98
	Список использованных источников	99
	Приложение А. (Спецификация Рештак)	103
	Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	104
	Приложение В (Технологический процесс)	106
	Дискета CD	В конверте на обложке
	Графическая часть	На отдельных листах
	ФЮРА.ПСН.310.198.00.000 СБ Рештак. Сборочный чертеж	Формат 2-А1
	ФЮРА.000001.198.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное	Формат 3-А1
	ФЮРА.000002.198 ЛП План участка	Формат А1

ФЮРА.000003.198 ЛП Директивный техпроцесс	Формат А1
ФЮРА.000004.198 ЛП Безопасность жизнедеятельности	Формат А1
ФЮРА.000005.198 ЛП Экономическая часть	Формат А1
ФЮРА.000006.198 ЛП Карта организации труда на производственном участке. Лист плакат	Формат А1
Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат А1

## Введение

Сварка электрической дугой представляет собой способ соединения металлических частей, отличающееся тем, что части должны быть соединены методом расплавления дуговым разрядом в области их контакта, с последующим отверждением и образования надежного соединения. Источник тепла для сварки электрической дугой является электрический разряд в ионизированной смеси паров материалов и газов, характеризуется высокой плотностью тока и высокой температурой (4500-6000 °С) выше, чем в известной точке плавления металла.

После того, как понятие «сварка металлов» прочно утвердилось в современном языке, практически ни одна отрасль не осталось в стороне от ее применения. Строительство в промышленном и малом масштабе, является самой крупной отраслью, в которой используется соединение металла. Это связано с преимуществами сварки: быстрый процесс, прочность соединения, экономическая составляющая. В общем, все те качества, которые нужны для успешной работы.

Данной выпускная квалификационная работа содержит проект участка сборки и сварки рештака. От проектирования данного участка ожидается получение производства с комплексной механизацией и автоматизацией, которые дают наилучшие результаты в эффективности труда и доброкачественности сварного изделия.

В настоящее время в сварочном производстве ведущее значение имеет снижение себестоимости изделия и увеличение производительности труда. Это гарантирует качественно лучшее применение рабочей силы в производственном процессе и повышает конкурентоспособность изделия на потребительском рынке, и это важнейшая задача в современной экономической политике России.



## 1 Обзор и анализ литературы

### 1.1К вопросу о саморегулировании дуги при сварке плавящимся электродом

Технологии сварки и наплавки представлены двумя группами систем регулирования дуги. Первая – системы автоматического (принудительного) регулирования, вторая – саморегулирования сварочной дуги. Системы автоматического регулирования, например, с управлением скорости подачи электрода и/или с управлением сварочным током и напряжением сложны и дороги. Их использование неизбежно, когда необходимо поддерживать параметры режима в строго ограниченных пределах, например, при сварке и наплавке весьма ответственных сложных конструкций, или при необходимости строго соблюдать наперед заданный алгоритм изменений параметров, например, при сварке с управлением процесса переноса капель электродного металла через дуговой промежуток.

В последние годы возрос интерес к проблеме саморегулирования дуги при сварке плавящимся электродом, поскольку изучение этого события формирует результативный инструментарий понимания физических процессов, способствующих формированию неразъемных соединений различными способами дуговой сварки.

Существующая система саморегулирования дуги, при которой скорость подачи электрода, а также ток и напряжение устанавливают на аппаратуре до начала процесса сварки и сохраняют на протяжении всего процесса, предельно проста и дешева, массово применяется в производстве. Саморегулирование, кроме того, способствует значительному повышению устойчивости работы схем автоматического регулирования сварочной дуги [1].

## 1.2 Сварка в защитных газах с колебаниями электрода. Тепловая задача

Автоматическая сварка в защитных газах с механическими колебаниями плавящегося электрода широко применяется при изготовлении различных металлоконструкций, в частности, присварке неповоротных стыков труб. Однако вопросу формирования шва при сварке в защитных газах с поперечными колебаниями электрода уделяется недостаточно внимания. Известно выражение для определения тепловых полей при плазменной наплавке с синусоидальными колебаниями электрода, однако автоматическая сварка неповоротных стыков труб часто осуществляется в защитных газах плавящимся электродом с трапецеидальными колебаниями (рисунок 1.1).

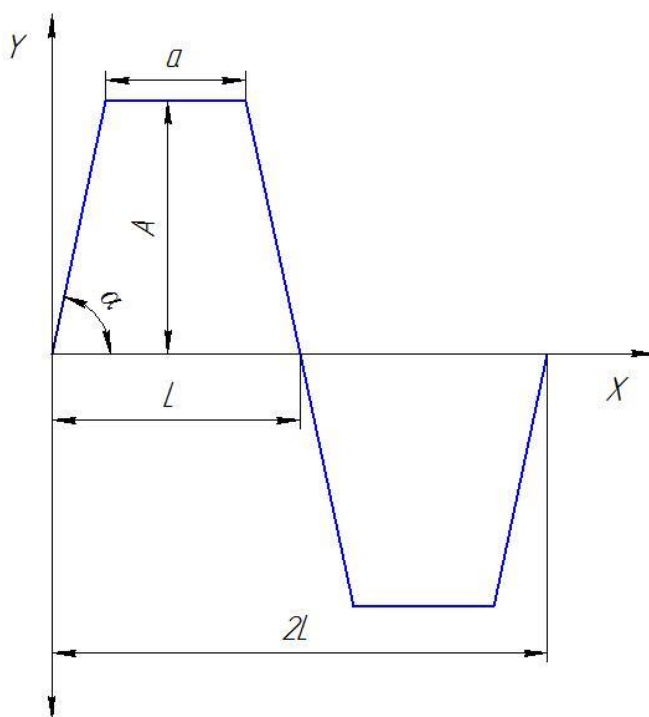


Рисунок 1.1 Схема колебаний сварочной проволоки

В процессе экспериментальной проверки полученных результатов были сварены неповоротные трубные соединения по технологиям, применяемым в ОАО "АК Транснефть". При сварке трубы класса прочности K56 диаметром 1020 мм и толщиной стенки 12 и 21 мм применяли полуавтоматическую сварку способом STT для корневого прохода (источник питания Invertec STT-II) и автоматическую сварку с колебаниями электродной проволоки для

заполняющих и облицовочных проходов. Заполняющие и облицовочные проходы выполняли сварочной головкой М-300-С фирмы CRC-Evans Automatic Welding. Применялась проволока сплошного сечения Super Arc L-56 диаметром 1,14 мм и смесь 75 % Ar + 15 % CO<sub>2</sub>. Таблица 1.1 содержит режимы сварки. С помощью хромель-алюмелевых термопар, аналого-цифрового преобразователя и переносного промышленного компьютера регистрировали термические циклы сварки. В каждом из 4-х сечений (3, 1, 12 и 11 часов) приваривали 3 термопары на разном расстоянии от оси шва. Термопары приваривали с внутренней стороны стенки труб конденсаторной сваркой. Расстояния от термопар до центра шва при толщине трубы 12 мм – 2,5, 7,5 и 14 мм, труб при толщине трубы 21 мм – 2,5, 5,5 и 9,5 мм. Перед сваркой кромки труб подогревались с помощью системы индукционного нагрева Miller proheat до температуры +150 °С с выдержкой 10 минут [2].

Таблица 1.1 – Режимы сварки

Направление сварки	На подъем
Тип и полярность тока	Постоянный, обратная
Сила тока, А	190-215
Напряжение на дуге, В	20-22
Вылет электрода, мм	8-15
Скорость сварки, дюйм/мин (см/с)	4,5-9 (0,18-0,33)
Частота колебания электрода, Гц	1,5-2
Амплитуда колебания электрода, мм	По ширине разделки
Время задержки электрода на кромках, с	0-0,6

### 1.3 Интегральное саморегулирование в процессах дуговой сварки

В 1942 было открыто такое явление как саморегулирование сварочной дугой с плавящимся электродом. Суть его заключается в восстановлении

стабильного энергетического состояния без использования регуляторов после нарушения равновесия (по длине дуги, напряжению питания, эквивалентному сопротивлению цепи питания и т.д.). Это событие объяснялось зависимостью скорости плавления электродной проволоки зависит от тока и напряжения дуги, значения которых варьируются под влиянием этих возмущений, а также при непрерывном удалении расплавленного металла с конца электрода. Это явление называется идеальным и происходит во время мелкокапельного или струйного переноса металла.

Развивая учение о саморегулировании, Б.Е. Патоном был внесён свой вклад.

Сварочной дуге, как электрическому разряду в газах, присуще внутреннее саморегулирование, регулирующие эмиссионные и ионизационные процессы на электродах и в столбе дуги, а также вообще ее существование.

Уравнение Саха и принцип минимума Штеенбека является проявлением внутреннего саморегулирования процессов в дуге.

Развитие дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах, появление импульсных процессов (естественных и с принудительным наложением импульсов) характеризующихся переноса жидкого металла с электрода различными формами и значительными изменениями во времени мощности дуги, а в некоторых случаях прерывистым ее горением диктует необходимость дополнить и обобщить понятие саморегулирования дуги. Такая необходимость объясняется еще и тем, что все перечисленные импульсные процессы осуществляются с постоянной скоростью подачи электродной проволоки [3].

#### 1.4 Заключение

Сварка в защитных газах является довольно перспективным способом сварки. В ней применяется автоматическое регулирование дуги, а также

присутствует саморегулирование. Используется импульсная подача проволоки и горизонтальное колебание электрода. Это позволяет решать разнообразные задачи по выполнению неразъемных соединений различных типов. Поэтому для изготовления основания выбирается механизированная сварка в газовых смесях( $\text{Ar}+\text{CO}_2$ ).

## 2 Объект и методы исследования

### 2.1 Описание сварной конструкции

Рештак – металлический желоб качающегося или скребкового конвейера, применяемого в горном деле. Рештак конвейера забойного скребкового ПСН 3100 является сложной коробчатой сварной конструкцией. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.ПСН.310.198.00.000 СБ. Габаритные размеры изделия: 1580 мм × 1362 мм × 310 мм.

Масса, кг: 1424 кг.

Рештак подвергается непосредственному воздействию высоких динамических нагрузок и вибрации.

Изделие эксплуатируется в воздушной среде. В процессе эксплуатации возможен ремонт сваркой отдельных частей конструкции.

### 2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции

Разработанный на предприятии технологический процесс предписывает правильное выполнение сварки стальных конструкций. Он отображается в специальной документации и отражает особенности и состояние производства [4].

Механические свойства металла сварных соединений должны соответствовать следующим требованиям ГОСТ 6996.

- временное сопротивление металла шва должно быть не ниже, чем у основного металла;
- твердость металла: не выше 350HV (340HB, 53HRB) – конструкций группы I согласно СНиП 11-23-81\* и не выше 400HV (380HB, 100HRB) для конструкций остальных групп;

– ударная вязкость на образцах типа VI при отрицательной температуре, указанной в проекте, должна быть не ниже  $29 \text{ Дж/см}^2$ , за исключением соединений, выполняемых электрошлаковой сваркой;

– относительное удлинение не ниже  $*16 \%$ .

Примечания [4]:

1 Испытаниям на ударную вязкость подвергают металл стыковых или тавровых соединений с проплавлением кромок.

2 При испытаниях на ударную вязкость металла границы сплавления норма может быть ниже, не превышая значение  $5 \text{ Дж/см}^2$ .

3 При необходимости оценки ударной вязкости на образцах других типов ее нормы следует указывать в проектной документации.

Оборудование для сварки должно обеспечивать возможность эффективного выполнения сварных соединений по технологическому регламенту, разработанному на предприятии. Стабильность параметров режима, заданного в технологическом регламенте, которая обеспечивается оборудованием, должна оцениваться при операционном контроле процесса сварки. Контроль работы оборудования, включая поверку установленных на нем измерительных приборов, необходимо проводить в рамках действующей системы управления качеством производства [4].

Основные способы сварки, используемые при изготовлении конструкций, имеют следующие области эффективного применения:

– автоматическая сварка под флюсом применяется в основном при укрупнении листовых заготовок, при сварке связующих швов в элементах составного сечения, при изготовлении полотнищ резервуаров и т.п.;

– механизированная сварка в защитных газах является универсальным и наиболее широко применяемым способом сварки в условиях преобладающего на заводах металлоконструкций единичного характера производства.

Детальные требования к технологии и технике сварки, обеспечивающие повышение качества и снижение трудоемкости работ (режимы сварки,

последовательность операций, технические приемы и т.д.), а также технологические особенности разновидностей дуговой сварки, применяемых с целью повышения эффективности производства (сварка с дополнительным присадочным материалом, многодуговая сварка, односторонняя сварка на формирующей подкладке и т.д.), должны быть изложены в технологических инструкциях предприятий.

После проверки точности сборки конструкции, контрольный мастер дает согласие приступить к производству последующих сварочных работ [4].

Устанавливая размер свариваемых кромок и пограничной зоны металла необходимо не допускать уменьшения ширины (не менее 20 мм) Кромки листов в местах примыкания выводных планок перед сборкой должны быть очищены от влаги, масла, грата и загрязнений до чистого металла. Непосредственно перед сваркой при необходимости очистка должна быть повторена, при этом продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями.

Сварку следует производить, как правило в пространственном положении, в котором сварщик чувствует себя комфортно, что благоприятно сказывается на формировании шва (нижнее, «в лодочку»). При этом не допускается чрезмерно большой объем металла шва, наплавляемого за один проход, чтобы избежать несплавления шва со свариваемыми кромками.

Выполнение каждого валика многослойного шва допускается производить после очистки предыдущего валика, а также прихваток от шлака и брызг металла. Участки слоев шва с порами, раковинами и трещинами должны быть удалены до наложения следующего слоя.

При двухсторонней сварке швов стыковых соединений, а также угловых и тавровых соединений со сквозным проплавлением необходимо перед выполнением шва с обратной стороны зачистить корень шва до чистого металла.

Кратеры на концах швов должны быть тщательно заварены и зачищены.



При сварке пересекающихся стыковых швов усиление шва, выполненного первым, следует удалить заподлицо с основным металлом в зоне пересечения, если стыковое соединение не имеет разделки кромок, или придать ему форму разделки пересекающего шва.

Отклонения размеров швов от проектных не должно превышать значений, указанных в ГОСТ 14771, ГОСТ 8713. ГОСТ 11533, ГОСТ 23518. Размеры углового шва обеспечивают его рабочее сечение, определяемое величиной проектного значения катета с учетом предельно допустимой величины зазора между свариваемыми элементами; при этом для расчетных угловых швов предписанный зазор должен быть компенсирован увеличением катета шва [4].

По окончании сварки, с швов сварных соединений удаляются грязь, брызги и натеки металла. Приваренные сборочные приспособления надлежит удалять без применения ударных воздействий и повреждения основного металла, а места их приварки зачищать до основного металла с устранением дефектов.

Около шва сварного соединения должен быть поставлен номер или знак сварщика, выполнившего этот шов. Номер или знак проставляется на расстоянии не менее 4 см от границы шва, если нет других указаний в проектной или технологической документации. При сварке сборочной единицы одним сварщиком допускается производить маркировку в целом; при этом клеймо сварщика ставится рядом с маркировкой отправочной МЗ ДКН [4].

Контроль качества сварных соединений проводится в рамках системы управления качеством продукции на предприятии, в которой установлены порядок ответственности и взаимодействия технических служб и персонала.

Контроль качества содержит две последовательно осуществляемые группы мероприятий: операционный контроль, приемочный контроль (входной контроль рассмотрен в разделе 4 [4]). Специальные акты и инструкции предписывают надзор за наличием и сроками действия удостоверений

сварщиков на право выполнения сварочных работ и соответствием выполняемых работ присвоенной квалификации

Контроль за соблюдением предписанных правил сварки осуществляется в соответствии с установленной документацией на предприятии. Обычно такими документами являются ГОСТы и различные инструкции. В данных документах будут учитываться особенности применяемой техники и других приборов. Приемочный контроль качества швов сварных соединений осуществляется следующими основными методами, применяемыми в различном сочетании в зависимости от назначения конструкции, условий эксплуатации и степени ответственности: внешним осмотром и измерением, ультразвуком, радиографическим, капиллярным, пузырьковым, механическими испытаниями контрольных образцов и др.

Методы и объемы контроля исполняются по нормам настоящего документа, если в проектной документации не даны иные указания. По согласованию с проектной организацией могут быть использованы другие эффективные методы контроля взамен или в дополнение с указанными.

В зависимости от конструктивности, условий эксплуатации и степени ответственности швы сварных соединений разделяются на I, II и III категории, характеристика которых приведена в таблице 8 [4]. Методы контроля качества сварных соединений сформированы в таблице 9 [4].

Контроль должен осуществляться на основании требований соответствующих стандартов технической документации. Заключение по результатам контроля должно быть подписано дефектоскопистом.

Сварные швы, для которых требуется контроль с использованием физических методов (ультразвукового, капиллярного, механических экспериментов и др.), и объем такого контроля должны быть отмечены в проектной документации в соответствии с требованиями стандарта предприятия, разрабатывающего чертежи.

Выборочному контролю в первую очередь должны быть подвергнуты швы в местах их взаимного пересечения и отклонения. Если в результате

выборочного контроля установлено неудовлетворительное качество шва, контроль должен быть продолжен до выявления фактических границ дефектного участка.

При внешнем осмотре сварные швы должны удовлетворять следующим требованиям:

а) иметь гладкую или равномерно чешуйчатую поверхность без резких переходов к основному металлу (требование плавного перехода к главному металлу должно быть обеспечено дополнительными технологическими приемами в соответствии с 12.17[4]);

б) швы должны быть плотными и не иметь видимых прожогов, сужений, перерывов, наплывов, а также недопустимых по размерам подрезов, непроваров в корне шва, несплавлений по кромкам, шлаковых включений и пор;

в) металл шва и околошовной зоны не должен иметь трещин любой ориентации и длины;

По результатам неразрушающего контроля швы сварных соединений должны удовлетворять требованиям, указанным в таблице 10 [4].

Сварные соединения, не отвечающие требованиям к их качеству, необходимо исправлять. Способ исправления назначается руководителями сварочных работ предприятия с учетом требований настоящего документа. Дефектные швы могут быть исправлены одним из следующих способов: путем механической зачистки, путем переварки дефектных участков или полного их удаления с последующей переваркой.

Наплывы и недопустимое усиление швов обрабатывают абразивным инструментом. Неполномерные швы, недопустимые подрезы, непровары и несплавления по кромкам подваривают с последующей зачисткой. Участки швов с недопустимым количеством пор и шлаковых включений полностью удаляют и заваривают вновь.

У обнаруженных в металле сварных соединений трещин должна быть установлена протяженность и глубина. Концы трещины должны быть

засверлены (диаметр отверстия 5-8 мм) с припуском по 15 мм с каждого конца. Затем производится подготовка участка под заварку путем создания V-образной разделки кромок (угол раскрытия 60-70 °).

Аналогично производится подготовка ремонтируемых участков при исправлении швов с недопустимыми порами, шлаковыми включениями и несплавлениями. В швах типов 5,7-12 по классификации таблицы 8 [4] настоящего документа исправление пор и шлаковых включений допускается производить увеличением расчетного сечения швов путем подварки без предварительной разделки металла

Заварку подготовленного к ремонту дефектного участка необходимо осуществлять, как правило, тем же способом сварки, которым выполнен шов. Короткие дефектные участки и дефектные участки любой протяженности без разделки или с незначительной разделкой шва допускается исправлять ручной дуговой сваркой электродами диаметром 3-4 мм. При заварке дефектов должна быть обеспечена твердость металла не выше 400 HV, для чего может потребоваться предварительный подогрев исправляемого участка.

Подрезы глубиной не более 0,5 мм при толщине проката до 20 мм и не более 1 мм при толщине проката свыше 20 мм, а также местные подрезы (длиной до 20 % длины шва) разрешается исправлять зачисткой без последующей заварки.

Исправленные участки швов должны быть подвергнуты повторному контролю.

Результаты приемочного контроля должны быть оформлены в виде протоколов.

Остаточные деформации конструкций, возникшие после сварки и превышающие величины, приведенные в таблице 7 [4] настоящего документа, должны быть исправлены. Исправление осуществляется способами механического, термического или термомеханического воздействия. В процессе правки должно быть исключено образование вмятин, забоин и других повреждений на поверхности стального проката.

Грубейшее нарушение охлаждать нагретый металл водой [4].

## 2.3 Методы проектирования

Проектирование представляет собой процесс поиска эффективных и уникальных решений в последующем оформляемых в виде документов. Проектирование включает в себя этапы связанных действий, которые предполагают применение различных приёмов. Трудность проектирования заключается в необычности проектных обстоятельств. Такие обстоятельства предполагают необходимость овладения различными знаниями методов.

Методом именуется совокупность операций или действий, благодаря которым достигаются определенные результаты. Обратим внимание, что выбирая тот или иной метод, необходимо учитывать вид задачи который необходимо решить а также индивидуальные в совокупности качества человека. Очевидно, что существенную роль играют особенности мышления а также темперамент. Не мало важно обладание качеством принимать смелые решения и отвечать за них. Необходимо также отметить что важную роль сыграют организация труда и наличие требуемой офисной техники и канцелярии.

В конечном счете определившись с методом, перед нами встает огромный выбор решений, из которых потом требуется выбрать конечное и определяющее. В большинстве случаев останавливаются на том решении, которое будет перспективно. Для того чтобы добиться нужного решения, применяются разнообразные методы, как для сложных задач так и для упрощенных задач. Автор систематизированные методы, чаще используемые в проектировании. Обращается внимание на ресурсы в которых наиболее представлена информация о методах. Прежде чем рассмотреть основные группы методов, необходимо прояснить что разрабатывая определенный тип устройства, необходимо дать некоторые словесные описания а в последующем

и детальные чертежи и образы. В дальнейшем процесс разработки будет включать применение характерных моделей. Перейдем к рассмотрению методов. Можно выделить эвристические, экспериментальные и формализованные методы.

Чтобы прояснить сущность работы метода конструирования, необходимо прояснить, что прежде чем найти специфичное решение, нужно использовать как правильно творческие идеи. К сожалению, не все решения реализовываются на практике, а потому, привлекаются ранее опробованные решения, которые в последствии усовершенствуются. Конечно к такому решению есть определенные требования реализуемости и эффективности, поэтому новизна решения будет заключаться в ступенчатом внесении изменений, применяя те самые методы и подходы, по другому именуемые как методы конструирования. На их основе существуют методы модификации, стандартизации и другие.

Существует метод конструктивной преемственности. Суть его заключается в усовершенствовании имеющейся конструкции путем добавления каких либо вторичных деталей. Это может обуславливаться изменением ранних характеристики модели или замены устаревшей части, которая не отвечает современным требованиям. Теперь попытаемся проанализировать этапы рассматриваемого метода. Начальные этапы предполагают разработку новых требований к конструкции и соответственно выявление деталей подлежащих замене; в дальнейшем осуществляется поиск решения по усовершенствованию деталей, подлежащих замене.

Данный метод широко использует творческие методы. В качестве примера, для того чтобы выявить устаревшие детали в конструкции, разумнее будет использовать метод деления целого по частям. Конструкция разбивается по частям, выбираются те детали, которые предположительно могут давать сбой в работе изделия. Соответственно если деталь, подлежащая замене не представляет сложности, то можно будет быстро заменить её и тем самым добиться улучшения конструкции. При этом не нужно тратить много

времени и не будет необходимости переорганизовывать по новому весь технологический процесс. Важным моментом в этом процессе является то, что необходимо проверять совместимость новой части с другими оставшимися частями. Это делается по некоторым геометрическим параметрам, и другим иным характеристикам. Обобщая выше сказанное, хотелось бы добавить, что прежде чем найти подход к задаче, инженеру необходимо иметь план либо представление о порядке ожидаемого результата и предположительного решения [5, 6, 7].

## 2.4 Постановка задачи

Целью работы является создание технологии и проектирования участка для изготовления рештака.

Задачей данной выпускной квалификационной работы является изучить составные детали изделия, определить марку стали, выбрать метод сварки, определить режимы сварки и сварочные материалы, пронормировать операции, составить технологический процесс, рассчитать необходимое количество оборудования и численность рабочих.

### 3 Разработка технологического процесса

#### 3.1 Анализ исходных данных

##### 3.1.1 Основные материалы

Рештак – это цельносварная конструкция из элементов листового проката и литых деталей изготовленная из следующих марок стали: 30ХГСФЛ, 14ХГ2САФД, 10ХСНД и Ст3пс.

Химический состав механические свойства стали 30ХГСФЛ приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 30ХГСФЛ (ГОСТ 977-88), в% [8]

S	P	Ni	Cu	C	Si	Mn	Cr	V
Не более								
0,050	0,050	0,30	0,30	0,25-0,35	0,40-0,60	1,00-1,50	0,30-0,50	0,06-0,12

Таблица 3.2– Механические свойства стали 30ХГСФЛ [8]

$\sigma_t$ , МПа	$\sigma_b$ , МПа	$\delta$ , %	$\psi$ , %	KCU <sub>40</sub> МДж/м <sup>2</sup>
392	589	15	25	34

30ХГСФЛ – сталь для отливок обыкновенная. Применяется для изготовления: шестерен, зубчатых колес и других деталей машиностроения.

Химический состав механические свойства стали 14ХГ2САФД приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав стали 14ХГ2САФД (ТУ 14-1-4632-93), в % [8]

C	Mn	Si	Cu	Cr	N	Ni	V	P	S
0,08-0,14	0,11-0,17	1,2-1,6	0,9	<0,05	0,9	<0,8	0,2	Не более	
								0,035	0,04



Таблица 3.4– Механические свойства стали 14ХГ2САФД [8]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	KCU <sub>40</sub> МДж/м <sup>2</sup>
390	530	19	0,5

14ХГ2САФД – сталь конструкционная легированная. Сталь 14ХГ2САФД применяется: для производства платформ большегрузных автосамосвалов, конструкций крепей шахт, несущих конструкций мостов.

Химический состав механические свойства стали 10ХСНД приведены в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5– Химический состав стали 10ХСНД (ГОСТ 19281-89) в % [8]

C	P	S	As	N	Si	Mn	Cr	Ni	Cu
Не более									
0,12	0,035	0,040	0,08	0,012	0,8-1,1	0,5-0,8	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,6

Таблица 3.6– Физические характеристики стали 10ХСНД[8]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	KCU <sub>40</sub> МДж/м <sup>2</sup>
390	530-685	19	39

Конструкционная хромокремненикелевая сталь (10ХСНД) – сваривается всеми способами сварки. Отсутствует склонность к отпускной хрупкости. В производстве сварных металлоконструкции, в которых как правило и используется сталь, необходимо соблюдать строгие требования стабильности и коррозионной стойкости вместе с предельной массой, и работающих при температуре от минус 70 °С до плюс 450 °С [8].

Ниже в таблице демонстрируются компоненты и некоторые физические свойства стали СтЗпс в таблицах 3.7 и 3.8.

Таблица 3.7 – Элементный состав стали СтЗпс (ГОСТ 14637-89) [8]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0,14-0,22	0,05-0,15	0,4-0,65	Не более						
			0,3	0,05	0,04	0,3	0,008	0,3	0,08

Таблица 3.8– Физические характеристики стали Ст3пс[8]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %
205-245	370-480	23-26

Ст3пс – сталь конструкционная углеродистая, стандартного качества. Актуальна в изготовлении несущих элементов сварных и несварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах, арматура класса Ат400С.

Подбирая материал, влияющим фактором будет свариваемость. Прежде чем дать определение свариваемости металлов, нужно понимать физическую природу сварки и отношения к ним металлов. Сама сварка – это сложный протекающий процесс, её основу составляют процессы термовоздействия воздействия, а также процессы плавления и кристаллизации металлов. Исходя из этого, свариваемость есть соотношение металлов к основным процессам. Свариваемость рассматривается с технологической и физической точки зрения [9].

Воздействие на металл таких факторов как плавление и температура в околошовных зонах определяются способом сварки, его режимами. Совместимость металла с конкретным видом сварки и режима называется технологическая свариваемость. Физическую свариваемость, возможно, диагностировать процессами, происходящими в участке сплавления свариваемых металлов. Так образуется монолитное сварное соединение.

Определить физическую свариваемость возможно свойствами соединяемых металлов, такими как способность, создавать между собой требуемые физико-химические отношения. У гомогенных металлов присутствует физическая свариваемость.

Ниже перечислены негативные последствия способные спровоцировать нагрев и уменьшение сварочной ванны:

- отличность элементной структурности между основным металлом и металлом шва, а также механических и иных свойств;

- трансформация строения и характеристик основного металла в месте оказанного теплового действия;

- появление трещин как следствие применения значительных напряжений. загрязнение металла шва является результатом возникновения в процессе сварки трудноудаляемых окислов.

- возникновение пористости и газовых раковин в наплавленном металле ведет к нарушению плотности и прочности сварного соединения.

Когда используются разные методы сварки можно увидеть окисление элементов сплава. Известно, что в стали, может выгореть углерод и другие элементы, происходит окисление железа. Учитывая такие факторы, в определение технологической свариваемости необходимо учитывать:

- установление элементного состава и свойств металла шва при определенном типе сварки;

- учитываются риски образования трещин в стали;

- окислы металлов и плотности сварного соединения должны при сварке оцениваться;

Способы, определяющие технологическую свариваемость делятся на две группы, первая из которых это группа прямых способов, а вторая группа – косвенные способы. Разница между этими группами состоит в том, что прямые способы – это когда свариваемость можно определить сваркой образцов той или иной формы, а косвенные способы, предполагают замену сварочного процесса другими процессами (имитация влияния сварочного процесса). Прямые способы могут дать ответ на вопрос о предпочтительности способа сварки, о трудностях, которые могут возникнуть, о рациональности режима сварки и т.п. Косвенные методы не способны ответить на вопросы практического осуществления сварки металлов. Такие методы можно рассматривать только в рамках предварительных лабораторных испытаний.

Группируем сталь по свариваемости, выделяя четыре основные группы: первая – стали хорошей свариваемости, вторая – удовлетворительно сваривающиеся стали, третья группа уже включает ограниченно

сваривающиеся стали и последняя четвертая группа – недоброкачественная сталь.

Характеризуя свариваемость сталей, можно отметить, что склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения являются ключевыми факторами.

Для того чтобы узнать стойкость металла к образованию трещин, французский ученый Сефериан разработал формулу, определяющую эквивалентное содержание углерода [10]:

$$C_{\text{экв}} = C + (Mn/6) + (Si/24) + (Ni/10) + (Cr/5) + (Mo/4) + (V/14), \quad (3.1)$$

Рядом стоящее число возле каждого элемента трактуется как максимальное содержание в металле (по техническим условиям) в процентах.

Если углеродный эквивалент  $C_{\text{экв}}$  превышает 0,45 % процентов, то обеспечить стойкость трещинам околошовной зоны возможно применяя предварительный подогрев и термообработку свариваемого металла.

Эквивалентное содержание углерода стали марки 30ХГСФЛ:

$$C_{\text{экв}} = 0,25 + (1/6) + (0,4/24) + (0,3/10) + (0,3/5) + (0,06/14) = 0,528 \text{ \%}.$$

Эквивалентное содержание углерода стали 14ХГ2САФД по формуле:

$$C_{\text{экв}} = 0,14 + (0,05/5) + (0,17/6) + (1,2/24) + (0,2/14) = 0,243 \text{ \%}.$$

Эквивалентное содержание углерода стали 10ХСНД:

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + (0,5/6) + (0,8/24) + (0,5/10) + (0,6/5) = 0,29 \text{ \%}.$$

Эквивалентное содержание углерода для Ст3пс:

$$C_{\text{экв}} = 0,15 + (0,3/6) + (0,05/24) + (0,3/10) = 0,23 \text{ \%}.$$

Низколегированная конструкционная сталь 10ХСНД – согласно ГОСТ19281-73 [11]. Сталь Ст3пс – сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества согласно ГОСТ 14637-89 [11]. Перечисленные стали можно отнести к первой категории свариваемости, так как обладают хорошей свариваемостью[11]. Установлены ограничения только по низким показателям атмосферы (не меньше – 10 градусов по Цельсию), по сколько этот фактор способствует ускоренному охлаждению шва. Вдобавок, наплавленный металл легируется марганцом и кремнием через сварочную проволоку. Соблюдая

условия режимов сварки и температуры воздуха подогрев стали не требуется (температура воздуха +5, толщина стали 30 мм). В предлагаемом проекте соблюдены все условия, в связи с этим сварку стали 14ХГ2САФД ведем без подогрева. 30ХГСФЛ – для отливок легированная ГОСТ 977-88 [11]. Такую сталь можно отнести к третьей категории свариваемости, имеет ограничения по свариваемости. Чтобы получить качественное сварное соединение, нужны дополнительные операции: подогрев, предварительная или последующая термообработка, проковка швов и д.р.

### 3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Прежде чем остановится на том или ином виде сварки, необходимо учитывать стандартные или специфичные методы сварки. Следует заметить что делается это для того, чтобы создаваемая технология соответствовала требованиям, существующим в настоящее время, а также была прагматична и безошибочна.

Определившись с видом сварки, убеждаемся, что выбранный вид подходит по установленным требованиям изначально.

Стали наименований 30ХГСФЛ, 14ХГ2САФД, 10ХСНД и Ст3пс предполагают применение различных видов сварок, начиная от полуавтоматической и автоматической сварки в смеси защитных газов электродной проволокой диапазоном от 0,8...1,6 мм; автоматическая сварка под слоем флюса электродной проволокой с диапазоном от 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [11]. Автор останавливается на сварке электродом в среде защитных газов аргона и углекислого газа (в процентном соотношении - аргон – 80%, углекислый газ – 20%), поскольку считает, что выбранная сварка рациональней ручной дуговой сварки. Дополнительно подбираем сварку флюсом чтобы выполнить шов длиннее одного метра.

### 3.1.3 Выбор вспомогательных материалов

Для сварки в среде защитных газов выберем сварочную проволоку Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 миллиметра. Элементный состав проволоки Св-08Г2С-О представлен в таблице 3.9 [12].

Таблица 3.9 – Химический состав проволоки Св-08Г2С-О[12]

С, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, не>%	S, не>%	P, не>%
0,05- 0,11	1,8- 2,1	0,7 0-0,95	0 ,2	0, 25	0,025	0,03

Свойства металла шва  $\sigma_b = 510$  МПа;  $\delta = 24$  % [12].

Для сварки под слоем флюса выберем сварочную проволоку Св-18ХГС ГОСТ 2246-70 диаметром 5,0 миллиметров.

Структура проволоки Св-18ХГС представлена в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Состав проволоки Св-18ХГС [12]

С, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	Ni, %	S, %	P, %	N
				Не более			
0,15-0,22	0,90-1,20	0,8-1,1	0,8-1,1	0,3	0,25	0,03	0,015

Свойства металла шва  $\sigma_b = 960-940$  МПа;  $\delta = 9$  % [12].

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны готовится смесь защитных газов, состоящая из двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона по требованиям ГОСТ Р ИСО 14175-2010.

CO<sub>2</sub> – не токсичный и бесцветный газ, обладает свойствами водорастворимости. Жидкая форма углекислого газа представляет собой консистенцию не имеющую цвета. На консистенцию сильное влияние оказывает изменением температуры. Поэтому закупается по массе. Испарение 1 кг углекислоты образует 509 литров CO<sub>2</sub>.

Согласно ГОСТу 8050-85 представлена тремя категориями. Состав представлен ниже в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Структура CO<sub>2</sub>, в % [11]

Содержание	Категория		
	1 категория	2 категория	3 категория
CO <sub>2</sub> (не меньше)	99,8	99,5	98,8
CO (не больше)	0	0	0,05
Водяных паров при 760мм.рт.ст. и 20 °С (не больше), г/см <sup>3</sup> .	0,178	0,515	Не проверяют

В качестве защитного газа входит аргон по ГОСТ 10157-79. Составляющие приведены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Составляющая аргона, в процентном соотношении [11]

Содержание	Категория	
	Высшая категория	Первая категория
Значительная доля аргона, %, не менее	99,993	99,987
Значительная доля кислорода, %, не менее	0,0007	0,002
Значительная доля азота, %, не менее	0,005	0,01

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем флюс АН-348А.

Флюс сварочный АН-348А относится к оксидным высокоактивным флюсам. Основное предназначение данного материала – для автоматической и полуавтоматическая сварки и наплавки деталей из углеродистых нелегированных и низколегированных сталей, низколегированной и нелегированной проволоки. Возможная температура эксплуатации конструкции составляет минус 40 °С. В процессе сварки с использованием флюса АН-348А сварочная проволока и указанный флюс подаются в зону горения дуги одновременно. Под воздействием тепла происходит плавка свариваемых

деталей, проволоки и флюса. Расплавленный флюс позволяет эффективно защитить зону горения дуги от атмосферного воздуха и находящихся в нем газов, способствует стабильному горению дуги и позволяет качественно улучшить получаемый сварной шов. При сварке под флюсом АН-348А в результате получаются качественные швы, которые имеют высокую плотность и не поддаются трещинам. После того, как сварной шов остынет, шлаковая корка без проблем удаляется. При сварке-наплавке под флюсом интенсивно протекают кремне- и марганцевосстановительные процессы, что компенсирует недостаток углерода в сварочной проволоке. Химический состав флюса АН-348А приведен в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Элементный состав флюса АН-348А(%) [13]

SiO <sub>2</sub>	MnO	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	P	CaF <sub>2</sub>
40,0-44,0	31,0-38,0	<12,0	<7,0	<13,0	0,5-2,2	<0,11	<0,12	3,0-6,0

### 3.2 Расчет технологических режимов

Рассчитаем нахлесточное соединение Н1- № 18 которое показано на рисунке 1.1:

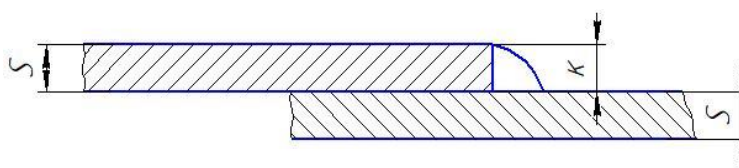


Рисунок 1.1 Нахлесточное соединение Н1- № 18

Формула диаметра электродной проволоки [14]:

$$d_{\text{эп}} = K_d \cdot F_{\text{н}}^{0,625} \quad (3.2)$$

Коэффициент  $K_d$  зависит от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации.

Ориентировочно площадь корневого и заполняющего проходов при положении шва принимаем  $F_{\text{нк}} = 20 \text{ мм}^2$  и  $F_{\text{нз}} = 40 \text{ мм}^2$ .



Находим общее количество проходов следом общую площадь наплавленного металла.

Определим общее количество проходов [14]:

$$n_{\text{по}} = \frac{F_{\text{НО}} - F_{\text{НК}}}{F_{\text{НЗ}}} + 1 = \frac{217-20}{40} + 1 = 5,9. \quad (3.3)$$

Примем  $n_{\text{пр}} = 6$ .

Уточним площадь  $F_{\text{НЗ}}$  с учетом количества проходов:

$$F'_{\text{НЗ}} = \frac{F_{\text{НО}} - F_{\text{НК}}}{n_{\text{по}} - n_{\text{пк}}} = \frac{217-20}{6-1} = 39,4 \text{ мм}^2, \quad (3.4)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки для корневого  $d_{\text{ЭПК}}$  и заполняющих  $d_{\text{ЭПЗ}}$ , при сварке  $K_d=0,149 \dots 0,409$ :

$$d_{\text{ЭПК}} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{\text{НК}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 20^{0,625} = 0,97 \dots 2,66 \text{ мм} \quad (3.5)$$

$$d_{\text{ЭПЗ}} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{\text{НЗ}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 39,4^{0,625} = 1,48 \dots 4,1 \text{ мм} \quad (3.6)$$

За стандарт берутся значения диаметра сварочной проволоки:  $d_{\text{ЭПК}}=1,6$  мм. и  $d_{\text{ЭПЗ}}=1,6$  мм.

Рассчитаем скорость сварки для корневого, заполняющего проходов [14]:

$$V_{\text{СК}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПК}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭПК}}^{1,5}}{F_{\text{НК}}} = \frac{8,9 \cdot 1,6^2 + 50,6 \cdot 1,6^{1,5}}{20} = 6,26 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.7)$$

$$V_{\text{СЗ}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^{1,5}}{F'_{\text{НЗ}}} = \frac{8,9 \cdot 1,6^2 + 50,6 \cdot 1,6^{1,5}}{39,4} = 3,2 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.8)$$

$$\text{Принимаем } V_{\text{СК}} = 6 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 21,6 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad V_{\text{СЗ}} = 3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 10,8 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [14]:

$$V_{\text{ЭПК}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СК}} \cdot F_{\text{НК}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПК}}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 6 \cdot 2}{\pi \cdot 1,6^2 \cdot (1 - 0,1)} = 66,3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 239 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.9)$$

$$V_{\text{ЭПЗ}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СЗ}} \cdot F_{\text{НЗ}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 39,4}{\pi \cdot 1,6^2 \cdot (1 - 0,1)} = 65,3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 235 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.10)$$

Рассчитаем сварочный ток для корневого, заполняющего и подварочного проходов при сварке на обратной полярности [14]:

$$I_{СК}^{0(+)} = d_{ЭПК} \left( \sqrt{1450 \cdot d_{ЭПК} \cdot V_{ЭПК} + 145150} - 382 \right) =$$

$$= 1,6 \left( \sqrt{1450 \cdot 1,666,3 + 145150} - 382 \right) = 264 \text{ A}, \quad (3.11)$$

$$I_{СЗ}^{0(+)} = d_{ЭПЗ} \left( \sqrt{1450 \cdot d_{ЭПЗ} \cdot V_{ЭПЗ} + 145150} - 382 \right) =$$

$$= 1,6 \left( \sqrt{1450 \cdot 1,665,3 + 145150} - 382 \right) = 260 \text{ A}. \quad (3.12)$$

Расчетное значение сварочного тока не выходит за пределы ограничений для положения  $I_C \leq 510 \text{ A}$ .

При расчете режимов для смеси газов  $\text{Ar} + \text{CO}_2$  необходимо вводить поправочный коэффициент  $k_{см}$ ,  $k_{см} = 1,1 \dots 1,15$ .

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_{СК} = 264 \cdot 1,12 = 295 \text{ A}.$$

$$I_{СЗ} = 260 \cdot 1,1 = 286 \text{ A}.$$

Принимаем  $I_c = 280\text{-}300 \text{ A}$ .

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [14]:

$$U_C = 14 + 0,05 \cdot I_C, \quad (3.13)$$

$$U_{СК} = 14 + 0,05 \cdot 280 = 28 \text{ В},$$

$$U_{СЗ} = 14 + 0,05 \cdot 300 = 29 \text{ В}.$$

Расход защитного газа  $\text{Ar} + \text{CO}_2$  для соответствующих проходов [14]:

$$q_{зг} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_C^{0,75}, \quad (3.14)$$

$$q_{згк} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 280^{0,75} = 0,209 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 12 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

$$q_{згз} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 300^{0,75} = 0,216 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 13 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Полученные результаты сведем в таблицу 3.14:

Таблица 3.14 Режимы сварки в Ar + CO<sub>2</sub> стали 10ХСНД

Толщина металла, мм.	Диаметр проволоки, мм.	Сварочный ток, А	U, В.	Скорость сварки, м/ч.	Расход Ar + CO <sub>2</sub> , л/мин.	n <sub>пр</sub>
18	1,6	280-300	28-29	3-6	12-13	6

Аналогично рассчитаем остальные швы и запишем их в таблицу 3.15 и 3.16.

Таблица 3.15 – Режимы сварки в Ar + CO<sub>2</sub>



№ шва	Тип шва	d <sub>эп</sub> , мм	V <sub>с</sub> , м/ч	I <sub>с</sub> , А	U <sub>с</sub> , В	l <sub>в</sub> , мм	Расход газа, л/мин	N
1	У4 - 	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	4
2	T6	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	9
3	C8	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	10
4	C12	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	11
5	H1 - 	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	6
6	Нест.	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	4
7	Нест.	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	3
9	Нест.	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	5

Таблица 3.16 Режимы сварки под слоем флюса

№шва	Тип шва	d <sub>эп</sub> , мм	V <sub>с</sub> , м/ч	I <sub>с</sub> , А	U <sub>с</sub> , В	l <sub>в</sub> , мм	N
8	Нест.	5	7,2	790-800	37-38	60	12

### 3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для механизированной сварки. Для сварки в среде защитного газа плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки I<sub>с</sub>= 280-300 А,

напряжение сварки  $U=28-29$  В. Согласно требуемым условиям выбираем сварочный полуавтомат ПДГО-510 с выпрямителем Пионер-5000 (НАКС) [15]. Технические характеристики сварочного полуавтомата ПДГО-510 с выпрямителем Пионер-5000 (НАКС) показаны в таблице 3.17.

Таблица 3.17 –Технические характеристики сварочного полуавтомата ПДГО-510 с выпрямителем Пионер-5000 (НАКС).

Наименование	Значение
1	2
Напряжение питания, 50Гц, В	380 (+5 - 10%)
Потребляемая мощность, кВА	25,0
Номинальный сварочный ток, А, при ПН=60%	500
Охват регулирования сварочного тока, А,	50-500
Охват регулирования рабочего напряжения, В,	16-39
Напряжение холостого хода, В	80,0
Диаметр сплошной сварочной проволоки, мм	1,0-1,6
Диаметр порошковой сварочной проволоки, мм	1,2-2,0
Скорость подачи электродной проволоки, м\ч	120-1100
Пределы регулирования времени продувки «Газ до сварки», сек, (только в режиме "Длинные швы")	0,2-1,2
Пределы регулирования времени продувки «Газ после сварки» (защита сварочной ванны), сек, (только в режиме "Длинные швы")	0,2-2,0
Пределы регулирования времени задержки отключения выпрямителя (вылет проволоки), сек	0,2-1,2
Пределы регулирования времени нарастания скорости подачи электродной проволоки от минимального до установленного значения (мягкий старт), сек	0,2-2,0
Масса источника питания, кг	56,0
Масса механизма подачи, кг	18,0

Продолжение таблицы 3.17

1	2
Охлаждение	принудительное
Размеры источника питания, мм	636x322x584
Размеры механизма подачи, мм	620x255x425
Масса проволоки на кассете, кг	15
Тип сварочного тока	постоянный

ПДГО-510 с инверторным выпрямителем Пионер-5000 – комплект для сварки ответственных конструкций на постоянном токе до 500А в среде защитного газа. Универсальный инверторный сварочный источник Пионер-5000 может использоваться для ручной дуговой (ММА) и аргонодуговой сварки (TIG).

Достоинства ПДГО-510 заключаются в возможности проведения сварных работ с горелками до 5 метров благодаря 4-х роликовому механизму. Он также может осуществлять стабильную скорость подачи проволоки до 30 метров от сварочного источника, что способствует качественному протеканию сварочного процесса. Управление газовым трактом и механизмом подачи проволоки осуществляется с кнопки на сварочной горелке. Также у него есть два режима сварки: «Длинные швы» и «Короткие швы» [15].

Достоинства выпрямителя Пионер-5000:

- широкий диапазон напряжений на дуге при механизированной сварке в защитных газах (16-39 В) и токах дуги (от 50 А), позволяющий выполнять сварку корневых (с формированием обратного валика на весу), заполняющих и облицовочных слоев шва;
- возможность использования для механизированной сварки любых проволок – сплошного сечения, металлпорошковых и порошковых, включая самозащитные;
- ручная регулировка индуктивности сварочной цепи на 10 положений, предназначенная для компенсации индуктивного сопротивления сварочного

кабеля и стабильной работы инвертора в широком диапазоне токов;

- встроенный блок снижения напряжения при ручной сварке.

Для сварки под слоем флюса плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки  $I_c = 790-800$  А, напряжение сварки  $U = 37-38$  В. Согласно требуемым условиям выбираем сварочный выпрямитель ВДУ-1202 [16], сварочная головка ESAB A6S Arc Master [17] и консольная сварочная колонна WKBS 3×2 [18]. Их технические характеристики представлены в таблицах 3.18, 3.19 и 3.20.

Таблица 3.18 – Характеристики сварочного выпрямителя ВДУ-1202

Параметры	Значение
Напряжение питания, В, 50Гц	3х380
Номинальный сварочный ток, А	1250
Регулирование сварочного тока, А	250-1250
Регулирование рабочего напряжения, В.	24-56
Потребляемая мощность, кВА, не более	102
Первичный ток при номинальной нагрузке, А, не более	155
Напряжение холостого хода, В	85
Продолжительность нагрузки (ПН), %	100
Габаритные размеры ДхШхВ, мм	1160х690х1025
Масса, кг	650,0

Выпрямитель универсальный ВДУ-1202 предназначен для автоматической дуговой сварки под флюсом и в среде защитных газов. Выпрямитель имеет жёсткую и падающую внешние характеристики, нишу для размещения блока управления полуавтоматом, трансформатора питания цепей управления автомата и подогревателя газа [16].

Достоинства:

- плавная регулировка напряжения на дуге (при жёстких внешних характеристиках) потенциометром на блоке управления (местная), а также с автомата (дистанционная);

- плавная регулировка сварочного тока (при падающих характеристиках) потенциометром на блоке управления;
- защита от короткого замыкания при помощи автоматики;
- вольтметр и амперметр для контроля режима сварки;
- контроль работы вентилятора ветровым реле;
- питание 36В подогревателя CO<sub>2</sub>.

Таблица 3.19 –Технические характеристики сварочной головки ESAB A6S ArcMaster

Технические характеристики	Передаточное число 156:1	Передаточное число 74:1
Макс. скорость подачи проволоки, м/мин	0,2-4,0	0,2-4,0
Диаметр проволоки, одинарная, мм	3,0-6,0	1,6-4,0
Диаметр проволоки, двойная, мм	2х2,0-2х3,0	2х1,6-2х2,5
Трубчатая проволока, одинарная, мм	3,0-4,0	1,6-4,0
Длина хода линейных слайдеров (ручных), мм	90	90
Длина хода линейных слайдеров (моторизированных), мм	300	300
Поворотный слайдер	± 180°	± 180°
Механизм спрямления проволоки	± 45°	± 45°
Допустимая нагрузка при ПВ 100%, А	1500	1500

Сварочная головка ESAB A6S Arc Master С блоками управления РЕК А2/А6 – гибкость и высокие стандартны качества:

- гибкость, надежность и превосходная работоспособность;
- широкий ассортимент компонентов и модулей позволяет легко адаптировать систему для выполнения конкретных работ;
- двигатель А6 VEC для надежной и стабильной проволоки;
- точное простое слежение по стыку с помощью ручных или моторизованных слайдеров и систем управления и позиционирования PAV или автоматической системы слежения за стыком GMH;

- подходит для тяжелых режимов сварки в среде защитных газов (GMAW), дуговой сварки под флюсом одной/двумя проволоками (SAW), а также для наплавки лентой и сварки по технологии IntegratedColdElectrode (ICE) с использованием дополнительного оборудования;
- блок управления РЕК А2/А6 для быстрой и точной предварительной настройки всех параметров перед началом сварки;
- система обратной связи обеспечивает высокое и стабильное качество сварки, что экономит время и материалы;
- сварочные головки могут быть оснащены стандартным устройством подачи проволоки (передаточное число 156:1) или высокоскоростным устройством подачи проволоки (передаточное число 74:1);
- 28 базовых комплектаций с блоками управления РЕК А2/А6.

Таблица 3.20 –Технические характеристики консольной сварочной колонны WKBS 3×2

Наименование параметра	Значение
1	2
Макс. грузоподъёмность (кг)	300
Мин. высота подъёма консоли (мм)	680
Макс. высота подъёма консоли (мм)	3830
Общая высота (мм)	5125
Мин. вылет консоли (мм)	560
Макс. вылет консоли (мм)	2560
Колея рельсовых колёс (мм)	1600
Скорость подъёма консоли (мм/мин)	2000
Скорость выдвижения консоли (мм/мин)	230-2300
Скорость перемещения колонны (мм/мин)	2000
Угол поворота колонны (°)	270
Привод подъёма консоли (кВт)	0,37



Продолжение таблицы 3.20

1	2
Привод выдвижения консоли (кВт)	0,25
Масса (кг)	1900

Сварочные колонны предназначены для создания необходимых условий для сварки продольных или кольцевых швов на цилиндрических изделиях. Применение сварочных колонн повышает качество сварки благодаря полностью автоматизированным производственным технологиям. Использование сварочных колонн сокращает время сварки и делает работу оператора проще; работа может продолжаться дольше, чем при ручной сварке.

### 3.4 Выбор оснастки

Оснастка технологическая представляет собой комплекс приспособлений для фиксации и установки заготовок и инструмента чтобы выполнять сборочные операции. Использование оснастки позволяет осуществить дополнительную или специальную обработку и/или доработку выпускаемых изделий.

При изготовлении рештака применяются: приспособления сборочно-сварочные ПСС-1 (оно служит для легкой установки и фиксации деталей) и ПСС-2 с кантователем, линейка 300 ГОСТ 427-75, угольник УП-1, набор щупов, технологическая жесткость.

### 3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы

В современном серийном сварочном производстве, существуют определенные принципы построения маршрута выпуска изделия. Так, при изготовлении продукции, включающей в себя некоторое количество деталей, на первом этапе из соответствующих элементов изготавливают сборочные единицы. Затем из сборочных единиц производят полную сборку изделия.

Производственный процесс изготовления рештака состоит из операций: заготовительной, комплектовочной, сборочных, сварочных, слесарной, контрольной, транспортной.

Заготовительную операцию следует разбить как бы на две подоперации: начальную обработку проката и изготовление деталей. Предварительная обработка металла включает зачистку, правку, вырезку заготовок из проката. Металл, прошедший предварительную обработку, поступает в заготовительное отделение цеха, где последовательно проходит ряд производственных операций по изготовлению деталей.

Сборка должна обеспечить точное взаимное расположение деталей и минимальные зазоры между ними.

С учетом принятого способа сварки, максимальные сборочные зазоры для разных узлов, составляют 0-1 мм.

Сварка является одной из основных операций изготовления сварочного изделия. Она осуществляется в соответствии с технической документации и техническими условиями на сварку. Качество сварного изделия зависит от правильности выбора сварочных материалов, оборудования, материала изделия, пространственного положения швов, квалификации сварщика и многих других.

Слесарная операция необходима для зачистки сварочного изделия от брызг расплавленного металла, правки изделия, если это необходимо.

Транспортная операция обеспечивает связь между отдельными рабочими местами, осуществляет перемещение материалов, деталей, сборочных единиц. Она осуществляется как при помощи межоперационного, так и внутрицехового, напольного транспорта.

Важное место в процессе производства изделия занимает операция контроля качества. Управление качеством сварки должно предусматривать контроль всех факторов, от которых зависит качество продукции. Основные из них можно условно сгруппировать как технологические и конструктивные. Служба и система контроля в сварочном производстве должна предусматривать проверку основных технологических факторов, исходных материалов, оборудования, квалификации рабочих, технологического процесса и т.п.

Прежде чем начать собирать рештак конвейера необходимо установить детали, которые будут составлять сборочное изделие.

На листе плакате представлена технологическая схема сборки рештака.

### 3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование

От того как выполнены сварные соединения, будет зависеть надёжность и рациональность конструкции [19].

Некоторые дефекты сварных соединений приводят к нарушению прочности и других характеристик изделий. Существуют дефекты формы и размеров шва среди них можно выделить грибовидность, неравномерность шва, подрезы шва; Также можно выделить дефекты которые могут нарушить целостность сварных соединений, среди них наиболее частые трещины, поры, различные загрязнения; Дефекты можно разделить на допустимые и не допустимые. Параметры дефектов обычно прописаны в нормативных стандартах на данный вид изделия

При изготовлении рештака применяется визуальный и измерительный контроль сварных швов [19]. Сварные соединения можно рассмотреть

визуально и при помощи лупы, при условии что хорошее освещение. Швы измеряются инструментами и катетометрами.

Операционный контроль сварочных работ.

Операционный контроль сварочных работ выполняется производственными мастерами службы сварки и контрольными мастерами службы технического контроля (СТК).

Перед началом сварки проверяется:

- наличие у сварщика допуска к выполнению данной работы;
- качество сборки или наличие соответствующей маркировки на собранных элементах, подтверждающих надлежащее качество сборки;
- состояние кромок и прилегающих поверхностей;
- наличие документов, подтверждающих положительные результаты контроля сварочных материалов;
- состояние сварочного оборудования или наличие документа, подтверждающего надлежащее состояние оборудования;
- температура предварительного подогрева свариваемых деталей (если таковой предусмотрен НТД или ПТД).

В процессе сварки проверяется:

- режим сварки;
- последовательность наложения швов;
- размеры накладываемых слоев шва и окончательные размеры шва;
- выполнение специальных требований, предписанных ПТД;
- наличие клейма сварщика на сварном соединении после окончания сварки.

Контроль сварных соединений стальных конструкций.

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится:

- неразрушающими методами (радиографированием или ультразвуковой дефектоскопией) в объеме не менее 0,5% длины швов.
- Увеличение объема контроля неразрушающими методами или контроль

другими методами проводится в случае, если это предусмотрено чертежами КМ или НТД (ПТД).

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76).

Контроль размеров сварного шва и определение величины выявленных дефектов следует производить измерительным инструментом, имеющим точность измерения  $\pm 0,1$  мм, или специальными шаблонами для проверки геометрических размеров швов. При внешнем осмотре рекомендуется применять лупу с 5-10-кратным увеличением.

Трещины всех видов и размеров в швах сварных соединений конструкций не допускаются и должны быть устранены с последующей заваркой и контролем.

Выборочному контролю швов сварных соединений, качество которых согласно проекту, требуется проверять неразрушающими физическими методами, должны подлежать участки, где наружным осмотром выявлены дефекты, а также участки пересечения швов. Длина контролируемого участка не менее 100 мм. [19].

При изготовлении рештака применяется визуальный и измерительный контроль сварных швов. Такой способ позволяет наблюдать за исходными деталями и готовой продукцией и обнаруживает недостатки отклонения формы деталей и изделий, изъяны металла и дефекты сварных швов. Визуальный и измерительный контроль имеет положительные стороны в виде небольшой трудоемкости и простоты наблюдения.

Для ВИК применяются, лупа, линейка и УШС-3, штангенциркуль, УШК-1.

### 3.7 Разработка технической документации

Каждое требование к технологии предполагает рациональную последовательность с использованием необходимых инструментов и оснастки.

Соблюдаются соответствующие требования чертежа, точность сборки, доускаются наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей а также обеспечивается максимальное облегчение условий труда, и соблюдение безопасности работ. Достаточно применить рациональные сборочные приспособления, подъемно – транспортные устройства для того чтобы выполнить эти требования [20].

В технологический процесс входят такие операции как разделение изделия на сборочные единицы и установление последовательности выполнения определенных видов работа: сборочно– сварочных, слесарных и транспортных операций. Также решается вопрос о выборе оборудования и способа сварки. Данный процесс позволяет достигнуть наименьшей трудоемкости, не допускать большего расхода производственной энергии, не превышая общего числа требуемых рабочих.

Технологический процесс выполняется на специальных листах – бланках. Эти бланки являются ведомостями технологического процесса и инструкционными картами. Делается они для комфортного расположения записей и расчетных данных.

Обычно после заполнения бланков составляют документацию разработки технологического процесса и указывают в такие данные как условное обозначение изделия и число задействованных сборочных единиц в изделии, название цеха, перечень выполненных операций и предписание откуда направляются детали на сборку и сварку а также последующая отправка готового изделия. Также должны содержаться сведения о способах и режимах сварки и о числе рабочих, включая их квалификацию и специальность [20].

Изготовление рештака начинается со сборки и сварки основных составляющих на приспособлении сборочно-сварочном (операции 010-040), на приспособление устанавливаются боковины, поз. 1 и поз. 2, днище поз. 3, зажимаются прижимами, прихватываются и свариваются. Затем изделие для проверки стыкуется на роликовом стенде с другими рештаками (операция 045). После этого помещается на сварочное приспособление с кантователем, где устанавливаются пластики поз. 6 и поз. 7, кронштейн поз. 4 (4 шт.) и планка поз. 5 (2 шт.), производится сварка, кантовка (операция 050-085). Далее выполняется слесарная обработка и контроль (операции 090-095).

Технологический процесс производства рештака приведен в приложении В.

### 3.8 Техническое нормирование операций

Цель технического нормирования – установление для конкретных организационно-технических условий затрат времени необходимого для выполнения заданной работы.

Техническое нормирование является фундаментальным при расчетах организации производства.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [21]:

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{н.ш-к}} \cdot L + t_{\text{в.и}} \quad (3.15)$$

где,  $T_{\text{н.ш-к}}$  – неполное штучно-калькуляционное время;

$L$  – длина сварного шва по чертежу;

$t_{\text{в.и}}$  – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (T_{\text{о}} + t_{\text{в.ш}}) \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{обс.}} + a_{\text{отл.}} + a_{\text{п-з}}}{100}\right), \quad (3.16)$$

где,  $T_{\text{о}}$  – основное время сварки;

$t_{в.ш}$ —вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва.

$$T_o = \frac{60}{V_{CB}} \cdot n. \quad (3.17)$$

$$T_o = \frac{60}{7,5} \cdot 6 = 50 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 010

Масса детали поз.1  $m_1=271$  кг; установка изделия кран-балкой на приспособление  $t_1= 1,9$  мин.;масса детали поз.2  $m_2=271$  кг; установка детали кран-балкой на приспособление  $t_2=1,9$  мин.;м детали поз.3  $m_3=347$  кг; установка детали кран-балкой на приспособление  $t_3=2$ мин.

$$t_{в.и} = 1,9+1,9+2= 5,8 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 015

Предварительный подогрев  $t_1= 26$  мин.; установка рельс и сварочного трактора  $t_2=2,5$  мин.; снятие рельс и сварочного трактора  $t_3=2,5$  мин.; отпуск  $t_4=26$  мин.

$$1) \quad t_{в.и} = 26+26=52 \text{ мин.},$$

$$2) \quad T_{н.ш-к} = (50+0,75) \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right) = 58,36 \text{ мин.},$$

$$3) \quad T_{ш} = 58,36 \cdot 3 + 52 = 227,09 \text{ мин.}$$

Идентичен расчет других операций. Их данные сводим в таблицу 3.21.

Таблица 3.21 – Нормы штучного времени технологических процессов изготовления рештака

№ опер.	Наименование операции	$T_{шт}$ , мин.
1	2	3
005	Комплектовочная	-
010	Слесарно-сборочная	5,8
020	Сварочная	227,09
025	Слесарно-сборочная	34,8
030	Сварочная	227,09
035	Слесарно-сборочная	14



Продолжение таблицы 3.21

1	2	3
040	Сварочная	3,6
045	Слесарная	32
050	Слесарная	4
060	Сборка	0,52
065	Сварочная	1,2
070	Сварочная	300,84
075	Сборка	5,6
080	Сварочная	7,2
085	Сварочная	265,09
090	Слесарная	51,7
095	Контроль	37
Итого:		1217,52

### 3.9 Материальное нормирование

#### 3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле:

$$m_M = m \cdot k_0, \quad (3.18)$$

где  $m$  – вес одного изделия, кг;

$k_0$ – коэффициент отходов,  $k_0 = 1,3$ ;

$$m_M = 1424 \cdot 1,3 = 1851 \text{ кг},$$

### 3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расход сварочной проволоки для сварки в  $\text{CO}_2$ :

$$M_{\text{ЭП}} = K_{\text{р.п.}} \cdot (1 + \psi_p) \cdot M_{\text{НО}}, \quad (3.19)$$

где  $K_{\text{р.п.}}$  – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата,  $K_{\text{р.п.}} = 1,02 \dots 1,03$ ; принимаем  $K_{\text{р.п.}} = 1,03$ ;

$\psi_p$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,  $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$ , принимаем  $\psi_p = 0,1$ ;

$M_{\text{н.о.}}$  – масса наплавленного металла;

Для проволоки Св-08Г2С-О:

$$M_{\text{ЭП}} = 1,03 \cdot (1 + 0,1) \cdot 28,391 = 32,163 \text{ кг.}$$

Для проволоки Св-18ХГС:

$$M_{\text{ЭП}} = 1,03 \cdot (1 + 0,1) \cdot 9,885 = 11,2 \text{ кг.}$$

### 3.9.3 Расход защитного газа

Расчет общего расхода защитного газа произведем по формуле:

$$Q_{\text{з.г.}} = q_{\text{з.г.}} \cdot t_{\text{с}}, \quad (3.20)$$

где,  $q_{\text{з.г.}}$  – расход защитного газа.

$$Q_{\text{з.г.}} = 17 \cdot 419,73 = 7135 \text{ л.}$$

### 3.9.4 Расчет расхода и затрат на сварочный флюс

По нижеуказанной формуле вычислим сколько потребуется флюса опираясь на объем сварочной проволоки:

$$M_{\text{ф}} = K_{\text{р.ф.}} \cdot M_{\text{ЭП}}, \quad (3.21)$$

где  $K_{\text{р.ф.}}$  – коэффициент расхода флюса,  $K_{\text{р.ф.}} = 1,1 \dots 1,3$ ; принимаем  $K_{\text{р.ф.}} = 1,2$ .

$$M_{\text{ф}} = 1,2 \cdot 11,2 = 13,44 \text{ кг.}$$

Затраты на сварочный флюс определим по формуле:

$$З_{\phi} = Q_{\phi} \cdot Ц_{\phi}, \quad (3.22)$$

где  $Ц_{\phi}$  - цена флюса, руб/кг;  $Ц_{\phi} = 125,84$  руб/кг

$$З_{\phi} = 13,44 \cdot 125,84 = 1691,28 \text{ (руб.)}$$

### 3.9.5 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [14]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left( \frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} \right) + P_x \cdot \left( \frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.23)$$

где  $U_c, I_c$  – параметры режима сварки;

$t_c$  – время сварки шва;

$\eta_u$  – КПД источника сварочного тока;

$P_x$  – мощность холостого хода источника;

Формула расчета затрат на электроэнергию:

$$З_{ТЭ} = W_{ТЭ} \cdot Ц_{Э.Э.}, \quad (3.24)$$

где  $W_{ТЭ}$  – расход технологической электроэнергии; Вт·ч;

$Ц_{Э.Э.}$  – цена 1 кВт·ч электроэнергии,  $Ц_{Э.Э.} = 1,24$  руб/кВт·ч;

$$W_{ТЭ} = \frac{29 \cdot 300 \cdot 6,995}{0,82} + \frac{38 \cdot 800 \cdot 5,836}{0,82} + 0,4 \cdot \left( \frac{12,832}{0,7} - 12,832 \right) = 290591 \text{ Вт} \cdot \text{ч},$$

$$З_{ТЭ} = 290591 \cdot 1,24 = 360,33 \text{ руб.}$$

## 4 Конструкторский раздел

### 4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Комплексная механизация и автоматизация уже давно считается научно – техническим прогрессом и успешно применяется в технологии сварочного производства.

Специфика этого производства – диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Сварочные операции по трудоемкости составляют 25-30% общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% это сборочные, транспортные и вспомогательные работы, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью механического сварочного оборудования. Если оценивать роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75% всего комплекса цехового оборудования [22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении рештака используются приспособление, которое обеспечивает точность сборки конструкции, что в свою очередь обеспечивает соблюдение всех требуемых размеров изделия согласно чертежей. В составе сборочно-сварочного приспособления используются пневмоприжимы, упоры, рычажные фиксаторы и винтовые прижимы для фиксации свариваемых сборочной единицы.

### 4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

В приспособлении ФЮРА.000001.198.00.000СБ применяются пневмоприжимы для фиксации свариваемых деталей сборочной единицы.

Рассчитаем пневматический цилиндр.

Основными размерами пневматических цилиндров являются внутренний диаметр цилиндра  $D$  и ход штока [30].

Рассчитаем пневмоцилиндр 80×100 СТП406-3428-75.

Из обозначения следует, что пневмоцилиндр с внутренним диаметром  $D = 80$  мм и длиной хода  $L = 100$  мм.

Площадь штока пневмоцилиндра:

$$S_{\text{ш}} = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}, \quad (4.1)$$

где  $d$  – диаметр штока, мм,  $d = 25$  мм [30];

$$S_{\text{ш}} = \frac{3,14 \cdot (80^2 - 25^2)}{4} = 4533 \text{ мм}^2.$$

Площадь пневмоцилиндра:

$$S_{\text{пц}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (4.2)$$

$$S_{\text{пц}} = \frac{3,14 \cdot 80^2}{4} = 5024 \text{ мм}^2,$$

$$S = S_{\text{пц}} - S_{\text{ш}} = 5024 - 4533 = 491 \text{ мм}^2.$$

Давление в пневмоцилиндре [30]:

$$P = \frac{F}{S}, \quad (4.3)$$

$F$  – усилие на штоке пневмоцилиндра, кгс,

для предлагаемого  $F = 278$  кгс [30];

$$P = \frac{278}{491} = 0,57 \text{ кгс/мм}^2 = 5,59 \text{ МПа}.$$

Скорость перемещения поршня цилиндра [30]:

$$v = \frac{L}{t}, \quad (4.4)$$

где  $L$  – длина хода, мм;

$t$  – время срабатывания цилиндра, с,  $t = 5$  с;

$$\nu = \frac{100}{5} = 50 \text{ мм/с}.$$

Расход сжатого воздуха [30]:

$$Q = S \cdot \nu, \tag{4.5}$$

$$Q = 491 \cdot 20 = 9820 \text{ мм}^3/\text{с}.$$

## 5 Проектирование участка сборки-сварки

### 5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Разработка чертежей плана и разрезом проектируемого цеха необходима для размещения задуманного производственного процесса и его составляющих[31].

Сборочно – сварочные цехи как правило имеют отделения и помещения. Среди них имеются такие отделения как производственные (они также включают в себя участки правки и наметки, штамповочный, очистки), сборочно – сварочные, и дополнительные отделения которые свою очередь включают различные склады и участки. Также функционирование необходимо без различных помещений сервиса и бытового обслуживания – как правило это помещения гигиены или приема питания [31].

### 5.2 Расчет основных элементов производства

Составляющие производства: рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [20].

#### 5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

$$n_p = \frac{T_r}{\Phi_d}, \quad (5.1)$$

где,  $T_r$  – время выполнения годовой программы продукции, ч.;

$\Phi_d$  – действительный фонд рабочего времени, ч.;

$$T_r = N \cdot T, \quad (5.2)$$

где,  $N$  – годовая программа выпуска продукции  $N = 500$  шт.;

$T$  – длительность одной операции, мин.

Так как операции 010-040 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \cdot \frac{5,8 + 277,09 + 34,8 + 277,09 + 14 + 3,6}{60} = 4270 \text{ ч.},$$

$\Phi_H$  – номинальный фонд рабочего времени при двухсменной работе равен 3960 часов, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 5\% = 3960 - 5\% = 3762 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{4270}{3762} = 1,14,$$

округляем  $n_p$  в большую сторону и принимаем  $n_p = 2$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n'_p} = \frac{1,14}{2} = 0,57.$$

Расчет операции 045.

$$T_r = 500 \cdot \frac{32}{60} = 267 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{267}{3762} = 0,07,$$

округляем  $n_p$  в большую сторону и принимаем  $n_p = 1$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n'_p} = \frac{0,07}{1} = 0,07.$$

Так как операции 050-085 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \cdot \frac{4 + 0,52 + 1,2 + 300,84 + 5,6 + 7,2 + 265,09}{60} = 4870 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{4870}{3762} = 1,29,$$

округляем  $n_p$  в большую сторону и принимаем  $n_p = 2$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:



$$K_3 = \frac{n_p}{n'_p} = \frac{1,29}{2} = 0,65.$$

Так как операции 090-095 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \cdot \frac{51,7+37}{60} = 739 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{739}{3762} = 0,2,$$

округляем  $n_p$  в большую сторону и принимаем  $n_p = 1$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n'_p} = \frac{0,2}{1} = 0,2.$$

### 5.2.2 Определение состава и численности рабочих

По представленной формуле рассчитаем требуемое для выполнения годовой продукции, время, ч.

$$\Sigma T_r = 4270 + 267 + 4870 + 739 = 10146 \text{ ч.}$$

$\Phi_H$  – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_d = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1734 \text{ ч.},$$

Определим количество рабочих явочных:

$$P_{СП} = \frac{T_R}{\Phi_d} = \frac{10146}{1738} = 5,83. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным  $P_{ЯВ} = 6$ . В первую смену работает 4 человек, а во вторую смену работает по 2 человека.

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{СП} = \frac{T_R}{\Phi_d} = \frac{19236}{1734} = 11,09. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным  $P_{СП} = 6$ .

Вспомогательных рабочих (30% от количества основных рабочих) – 2;

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Счетно-конторская служба (3% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

МОП (2% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Контроль качества продукции (1% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1.

### 5.3 Пространственное расположение производственного процесса

#### 5.3.1 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Важным моментом в компоновке цеха является правильное структурирование и оснащение всех его отделений и участков, дополнительных помещений, которые должны в свою очередь соответствовать нормам требований тех процессов, которые будут выполняться. Требования эти основываются на специфике сварных изделий а также на особенностях их производства. Не мало важную роль сыграет связь отделения и участков с другими дополнительными и основными отделениями цеха [31].

В результате, изучив особенности, оснащение и размещения цеха, принимается решение применить такую схему компоновки, как продольно – поперечную с направлением производственного потока. На таком участке, направление потока будет совмещаться с направлением заданным на плане цеха. Продольное перемещение всех необходимых деталей производится кран-балкой, поперечное же – погрузчиками либо специальным краном.

## 6 Финансовый менеджмент

### 6.1 Финансирование проекта и маркетинг

Маркетинг – это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

Финансирование проекта осуществляется на 50% за счет заказчика, а 50% берет предприятие в банке. Погашение кредита будет осуществляться в соответствии с графиком утвержденным банком выдавшем кредит с учетом процентной ставки банка. Окончательный расчет с банком осуществляется после сдачи оговоренной партии изделия заказчику, и окончательного расчета заказчика с предприятием.

### 6.2 Экономический анализ техпроцесса

Разработка технологического процесса изготовления рештакадопускает различные варианты решения.

Рештак - металлический желоб качающегося или скребкового конвейера, применяемого в горном деле. Рештак конвейера забойного скребкового ПСН-3100 является сложной коробчатой сварной конструкцией. Рештак является одним из основных элементов перегружателя ПСН-3100. Рештаки расположены между секцией переходной и рамой концевой и соединяются между собой в «цепочку» посредством технологических пальцев и болтового соединения. К стенкам рештаков прикреплены борта кабелеукладчиков. Количество рештаков в перегружателе варьируется в зависимости от длины

лавы и определяется предложением заказчика.

Наиболее экономически целесообразным считается тот вариант, который при наименьших затратах обеспечивает выполнение заданной годовой программы выпуска продукции.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

Определение приведенных затрат производят по формуле [32]:

$$Z_{\text{п}} = C + E_{\text{н}} \cdot K, \quad (6.1)$$

где  $C$  – себестоимость единицы продукции, руб/изд;

$E_{\text{н}}$  – норма эффективности дополнительных капиталовложений, (руб/год)/руб;

$K$  – капиталовложения, руб/ед.год.

В предлагаемом технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление, на котором имеются пневмоприжимы, упоры, рычажные фиксаторы и винтовые прижимы для фиксации свариваемых сборочной единицы.

Применим российское сварочное оборудование: полуавтомат ПДГО-510 с выпрямителем Пионер-5000 (НАКС), сварочный выпрямитель ВДУ-1202 и сварочная головка ESAB A6S Arc Master с консольной сварочной колонной серии WKBS, WICON.

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления рештака приведены в таблице 3.21.

#### 6.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [32]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n \Pi_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \quad (6.2)$$

где  $\Pi_{oi}$ – оптовая цена единицы оборудования  $i$ -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

$O_i$ –количество оборудования  $i$ -го типоразмера, ед.;

$\mu_{oi}$ – коэффициент загрузки оборудования  $i$ -го типоразмера.

Цены на оборудование берутся за 01.01.2020 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [15, 16, 17, 18]

Наименование оборудования		Ц <sub>о</sub> , руб
ПДГО-510	2шт.	180400
Пионер-5000 (НАКС)	2 шт.	
ВДУ-1202	2 шт.	278400
ESAB A6S Arc Master	2 шт.	950000
Колонна WKBS, WICON	2шт.	1200000

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		К <sub>со</sub> , руб.·год
ПДГО-510	2шт.	205656
Пионер-5000 (НАКС)	2 шт.	
ВДУ-1202	2 шт.	3156920
ESAB A6S Arc Master	2 шт.	
Колонна WKBS, WICON	2шт.	
Итого		3362576

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [32]:

$$K_{np} = \sum_{j=1}^m K_{npj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{nj}, \quad (6.3)$$

где  $K_{npj}$ – оптовая цена единицы приспособления  $j$ -го типоразмера, руб.;

$\Pi_j$ –количество приспособлений  $j$ -го типоразмера, ед.;

$\mu_{пj}$  – коэффициент загрузки j-го приспособления.

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц <sub>пр.</sub> руб	С <sub>п</sub> , шт	К <sub>пр</sub> ,руб/ед.год
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.198.00.000 СБ	343500	2	391590
Роликовый стенд	254000	1	17780
Приспособление скантователем	315780	2	410514
Плита слесарная	94000	1	18800
ИТОГО			838684

#### 6.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [32]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{Oi} \cdot h \cdot \Pi_{зд}, \text{ руб.}, \quad (6.4)$$

где  $S_{Oi}$  – площадь, занимаемая единицей оборудования, м<sup>2</sup>/ед.

Для предлагаемого технологического процесса:  $S = 194,03 \text{ м}^2$ ,

$h$  – высота производственного здания, м,  $h = 12 \text{ м}$  [29];

$\Pi_{зд}$  – стоимость 1 м<sup>3</sup> здания на 01.01.2020 составляет,  $\Pi_{зд} = 94 \text{ руб/м}^3$ .

$$K_{зп} = 194,03 \cdot 12 \cdot 94 = 218866 \text{ руб.}$$

Определяем капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	К <sub>зд</sub> , руб.
ПДГО-510	218866
Пионер-5000 (НАКС)	
ВДУ-1202	
ESAB A6S Arc Master	
Колонна WKBS, WICON	

### 6.2.3 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [32]:

$$C_m = m_m \cdot k_{т.з.} \cdot C_m - H_0 \cdot C_0 \text{ руб./изд.}, \quad (6.5)$$

где  $m_m$  – норма расхода материала на одно изделие, кг;

$C_m$  – средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 30ХГСФЛ, Ст3пс на 01.01.2020, руб./кг:

- для стали 14ХГ2САФД  $C_m = 40,63$  руб./кг, при  $m_m = 725,2 \cdot 1,3 = 942,76$  кг.;

- для стали 10ХСНД  $C_m = 94,5$  руб./кг, при  $m_m = 1 \cdot 1,3 = 1,3$  кг.;

- для стали Ст3пс  $C_m = 30$  руб./кг, при  $m_m = 9,8 \cdot 1,3 = 12,74$  кг;

- для стали 30ХГСФЛ  $C_m = 73,78$  руб./кг, при  $m_m = 688 \cdot 1,3 = 884,4$  кг;

$k_{т.з.}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов  $k_{т.з.} = 1,04$  [11].

$H_0$  – норма возвратных отходов,  $H_0 = m_m \cdot 0,3 = 725,2 \cdot 0,3 + 1 \cdot 0,3 + 9,8 \cdot 0,3 + 688 \cdot 0,3 = 427,2$  кг/шт;

$C_0$  – цена возвратных отходов,  $C_0 = 20$  руб./кг;

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3.

$$C_m = 1,04 \cdot (942,76 \cdot 40,63 + 1,3 \cdot 94,5 + 12,74 \cdot 30 + 884,4 \cdot 73,78) - 427,2 \cdot 20 =$$

$$= 100446,15 \text{руб/изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [32]:

$$C_{\text{п.с.}} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{\text{нд}} \cdot \psi_p \cdot \Pi_{\text{п.с.}}, \text{руб/изд.}, \quad (6.6)$$

где  $G_d$  – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:  
 $G_d = 28,391$  кг – для проволоки Св-08Г2С-О и  $G_d = 9,885$  кг – для проволоки Св-18ХГС для предлагаемого технологического процесса;

$k_{\text{нд}}$  – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [14],  $k_{\text{п.с.}} = 1,03$ ;

$\psi_p$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,  $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$ , принимаем  $\psi_p = 1,1$ ;

$\Pi_{\text{п.с.1}} = 78,8$  – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О,  $\Pi_{\text{п.с.2}} = 173$  – стоимость сварочной проволоки Св-18ХГС, руб/кг на 01.01.2020.

$$C_{\text{п.с.средл.}} = (28,391 \cdot 78,8 + 9,885 \cdot 173) \cdot 1,03 \cdot 1,1 = 4272,31 \text{руб.}$$

#### 6.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [14]:

$$C_{\text{з.г.}} = g_{\text{з.г.}} \cdot k_{\text{т.п.}} \cdot \Pi_{\text{г.з.}} \cdot T_o, \text{руб./изд.}, \quad (6.7)$$

где  $g_{\text{з.г.}}$  – расход смеси,  $g_{\text{з.г.}} = 1,02 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

$k_{\text{т.п.}}$  – коэффициент, учитывающий тип производства,  $k_{\text{т.п.}} = 1,15$  [32];

$\Pi_{\text{г.з.}}$  – стоимость смеси,  $\text{м}^3$ ,  $\Pi_{\text{г.з.}} = 62,52 \text{руб./м}^3$ ;

$T_o$  – основное время сварки в смеси газов, ч.,  $T_o = 1,159$  ч.

$$C_{\text{з.г.}} = 1,02 \cdot 1,15 \cdot 62,52 \cdot 1,159 = 84,88 \text{руб/изд.}$$



### 6.2.5 Расчет расхода и затрат на сварочный флюс

Расход сварочного флюса можно определить через расход сварочной проволоки по формуле:

$$M_{\phi} = K_{\text{р.}\phi} \cdot M_{\text{эп}}, \quad (3.21)$$

где  $K_{\text{р.}\phi}$  - коэффициент расхода флюса,  $K_{\text{р.}\phi} = 1,1 \dots 1,3$ ; принимаем  $K_{\text{р.}\phi} = 1,2$ .

$$M_{\phi} = 1,2 \cdot 11,2 = 13,44 \text{ кг.}$$

Затраты на сварочный флюс определим по формуле:

$$З_{\phi} = Q_{\phi} \cdot Ц_{\phi}, \quad (3.22)$$

где  $Ц_{\phi}$  - цена флюса, руб/кг;  $Ц_{\phi} = 125,84 \text{ руб/кг}$

$$З_{\phi} = 13,44 \cdot 125,84 = 1691,29 (\text{руб.})$$

### 6.2.6 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{\text{з.п.сд}} = TC \cdot \sum_{i=1}^m \frac{T_{\text{шт}}}{60} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{рай}} \cdot \left( 1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100} \right), \quad (6.8)$$

где  $TC$  – тарифная ставка на 01.01.2020, руб.,  $TC = 62,01 \text{ руб.}$ ;

$K_{\text{д}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,  $K_{\text{д}} = 1,15$ ;

$K_{\text{пр}}$  – коэффициент, учитывающий процент премии,  $K_{\text{пр}} = 1,5$ ;

$K_{\text{рай}}$  – районный коэффициент,  $K_{\text{рай}} = 1,3$ ;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая – 32,8.

$$C_{\text{з.п.сд}} = 62,01 \cdot \frac{1217,52}{60} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left( 1 + \frac{32,8}{100} \right) = 3747,3 \frac{\text{руб}}{\text{изд.}}$$

### 6.2.7 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{\text{з.п.всп.р}} = \sum_{j=1}^k TC_j \cdot Ч_{\text{вр}j} \cdot \frac{F_{\text{д}}}{12} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{рай}} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right), \quad (6.9)$$

где TC – тарифная ставка вспомогательного рабочего соответствующего разряда на 01.01.2020, руб.:

- для слесарей TC – 61,58 руб.;
- для контролер ОТК TC – 156 руб.;
- для МОП TC – 56,76 руб.;

k – количество профессий вспомогательных рабочих;

Ч<sub>врj</sub> – численность рабочих по соответствующей профессии;

F<sub>д</sub> – действительный фонд рабочего времени, F<sub>д</sub> = 1769 ч;

K<sub>д</sub> – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, K<sub>д</sub> = 1,15;

K<sub>пр</sub> – коэффициент, учитывающий процент премии и доплаты, K<sub>пр</sub> = 1,3;

K<sub>рай</sub> – районный коэффициент, K<sub>рай</sub> = 1,3;

α<sub>1</sub>, α<sub>2</sub>, α<sub>3</sub>, α<sub>4</sub> – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая – 32,8.

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{\text{з.п.слесарей}} = 61,58 \cdot 2 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 54068,81 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{\text{з.п.ОТК}} = 156 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 68485,99 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

$$C_{з.п.моп} = 56,78 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 24918,36 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

$$C_{зп.вс.р} = C_{зп.слесарей} + C_{зп.отк} + C_{зп.моп} = 54068,81 + 68485,99 + 24918,36 = 147473,16 \text{ руб.} \quad (6.10)$$

### 6.2.8 Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого персонала рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.аууп} = C_{зуп} \cdot \text{Ч}_{аууп} \cdot 12 \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right), \quad (6.11)$$

где  $C_{зуп}$  – месячный оклад работника административно-управленческого персонала,  $C_{зуп} = 28865$  руб.;

$\text{Ч}_{аууп}$  – численность работников административно-управленческого персонала должности,  $\text{Ч}_{аууп} = 1$  чел.

$$C_{з.п.аууп} = 28865 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 1031533,5 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

### 6.2.9 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [14]:

$$W_{тэ} = \sum \frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci}}{\eta_u} + P_x \cdot \left(\frac{T_o}{K_u} - T_o\right), \quad (6.12)$$

где  $U_c$  и  $I_c$  – электрические параметры режима сварки;

$T_o$  – основное время сварки;

$\eta_u$  – КПД оборудования,  $\eta = 0,82$ ;

$P_x$  – мощность холостого хода источника,  $P_x = 0,4$  Вт;

$K_u$  – коэффициент, учитывающий простой оборудования,  $K_u = 0,5$ ;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле [14]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot \Pi_{э}, \quad (6.13)$$

где  $\Pi_{э}$  – средняя стоимость электроэнергии,  $\Pi_{э} = 5,63$  руб.

Затраты на электроэнергию:  $C_{э.с.} = 1217,86$  руб.

#### 6.2.10 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [32]:

$$C_{\text{возд}} = g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} \cdot k_{\text{тп}} \cdot \Pi_{\text{возд}}, \text{ руб./изд}, \quad (6.14)$$

где  $g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}}$  – расход воздуха,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

$k_{\text{тп}}$  – коэффициент, учитывающий тип производства,  $k_{\text{тп}} = 1,15$ .

Для изготовления одного корпуса расход воздуха составляет:

$$g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} = 1,2 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\Pi_{\text{возд}} = 0,184295 \text{ руб}/\text{м}^3, \text{ стоимость воздуха на } 01.01.2020 \text{ г.};$$

$$C_{\text{воздпр}} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,18429 = 0,35 \text{ руб./изд.}$$

#### 6.2.11 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [32]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{\Pi_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.15)$$

где  $a_i$  – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования  $i$ -го типоразмера, % [32];

$$a_{hi} = \frac{1}{T_{co}} \cdot 100\%, \text{ руб}, \quad (6.16)$$

где  $T_{co}$  – срок службы оборудования ( $T_{co} = 3 \div 12$  лет);

$$a_{ni} = \frac{1}{7} \cdot 100\% = 14,3 \text{ руб.}$$

$r_i$ – коэффициент затрат на ремонт оборудования,  $r_i = 1,15 \dots 1,20$ .

Амортизация оборудования приведена в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	$a_i, \%$	$C_3$ , руб/изд.
ПДГО-510 Пионер-5000 (НАКС)	14,3	70,51
ВДУ-1202 ESAB A6S Arc Master Колонна WKBS, WICON	14,3	1082,37
Итого		1152,88

#### 6.2.12 Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [32]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{npj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{nj} \cdot a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.17)$$

где  $a_j$ – норма амортизационных отчислений для оснастки  $j$ -го типоразмера,  $a_j=0,15$  [32];

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц <sub>пр</sub> , руб	С <sub>п</sub> , шт.	С <sub>ап</sub> , руб/ед. год
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.198.00.000 СБ	343500	2	58,34
Роликовый стенд	254000	1	5,33
Приспособление сканователем	315780	2	61,58
Плита слесарная	94000	1	5,64
ИТОГО			131,29

### 6.2.13 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [32]:

$$C_p = \frac{R_m \cdot \omega_m + R_{\text{э}} \cdot \omega_{\text{э}}}{T_{\text{рц}}} \cdot \sum \frac{T_{\text{ш}}}{K_{\text{вн}} \cdot 60}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.18)$$

где  $R_m$   $R_{\text{э}}$  – группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части  $R_m = 0$  [32];

$\omega$  – затраты на все виды ремонта;

$T_{\text{рц}}$  – длительность ремонтного цикла,  $T_{\text{рц}} = 8000 \text{ ч}$ . [29].

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 6.7.

Таблица 6.7 – Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	$R_{\text{э}}$	$\omega_{\text{э}}$	$T$ , ч	$C_p$ , руб/год.
ПДГО-510	7	1096	20,29	0,52
Пионер-5000 (НАКС)				
ВДУ-1202				
ESAB A6S Arc Master				
Колонна WKBS, WICON				
Итого:				0,52

#### 6.2.14 Определение затрат на содержание помещения

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [32]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \cdot \mu_{\text{oi}} \cdot \Pi_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.19)$$

где  $S$  – площадь сварочного участка,  $\text{м}^2$ ,  $S = 194,03 \text{ м}^2$ ;

$\Pi_{\text{ср.зд}}$  – среднегодовые расходы на содержание 1  $\text{м}^2$  рабочей площади, руб./год.м,  $C_{\text{ср.зд}} = 250$  руб./год м.

$$C_{\text{п}} = \frac{124,03 \cdot 250}{500} = 97,01 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

#### 6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$Z_{\text{п}} = C + \epsilon_{\text{н}} \cdot K, \quad (6.20)$$

где  $C$  – себестоимость единицы продукции, руб./ед.;

$\epsilon_{\text{н}}$  – норма эффективности дополнительных капитальных затрат,  
 $\epsilon_{\text{н}} = 0,15$  (руб./ед)/руб. [32];

$K_{\text{у}}$  – удельные капитальные вложения, руб./ед.год.

Определим себестоимость продукции по формуле:

$$C = N_{\text{г}} \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{в.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{возд}} + C_{\text{з}} + C_{\text{у}} + C_{\text{р}} + C_{\text{п}}) + C_{\text{зп.вс.р}} \cdot 12 + C_{\text{зп.АУП}}, \quad (6.21)$$

где  $C_{\text{м}}$  – затраты на основной материал, руб;

$C_{\text{вм}}$  – затраты на вспомогательные материалы, руб;

$C_{\text{зп.сд}}$  – затраты на заработную плату основных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.вс.р}}$  – затраты на заработную плату вспомогательных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.АУП}}$  – затраты на заработную плату административно-управленческого персонала, руб;

$C_{э.с}$ — затраты на силовую электроэнергию, руб;

$C_{возд.}$ — затраты на сжатый воздух, руб;

$C_3$ — затраты на амортизацию оборудования, руб;

$C_u$ — затраты на амортизацию приспособлений, руб;

$C_p$ — затраты на ремонт оборудования, руб;

$C_{п}$ — затраты на содержание помещения, руб.

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_{co} + K_{пр} + K_{зд}. \quad (6.22)$$

Определим количество приведенных затрат:

$$K = 3362576 + 838684 + 218866 = 4420126 \text{руб/изд. год},$$

$$C = 500 \cdot (100446,15 + 4272,31 + 84,88 + 1961,29 + 3737,3 + 1217,86 + 0,35 + 1152,88 + 131,29 + 0,52 + 98,01) + 147473,16 \cdot 12 + 1031533,5 = 59322133,58 \text{руб/изд. год},$$
$$Z_{п}^2 = 59322133,58 + 0,15 \cdot 4420126 = 60045310,26 \text{руб/изд. год}.$$

#### 6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.8.

Таблица 6.8 –Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	2	3
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Средний коэффициент загрузки оборудования	45,1
3	Производственная площадь участка, м <sup>2</sup>	194,03
4	Количество оборудования, шт.	4
5	Списочное количество рабочих, чел.	6
6	Явочное количество рабочих, чел	6
7	Количество рабочих в первую смену, чел	4



Продолжение таблицы 6.8

1	2	3
8	Количество вспомогательных рабочих	2
9	Количество ИТР	1
10	Количество МОП	1
11	Количество контролеров	1
12	Разряд основных производственных рабочих	4
13	Себестоимость продукции, руб./изд.	59322133,58
14	Капитальные вложения, руб./изд. · год	4420126
15	Количество приведенных затрат, руб./изд. · год	60045310,26

Вывод. В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, сжатый воздух, зарплата рабочим, расходы на электроэнергию, амортизация и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы видим следующие цифры:

- капитальные вложения 4420126руб;
- себестоимость продукции 59322133,58 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 60045310,26руб.

## 7 Социальная ответственность

### 7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка рештака. При изготовлении рештака осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении рештака на участке используется следующее оборудование:

- ПДГО-510	2 шт.
- Пионер-5000 (НАКС)	2 шт.
- ВДУ-1202	2 шт.
- ESAB A6S Arc Master	2 шт.
- WKBS, WICON	2 шт.
- приспособление сборочно-сварочное	
ФЮРА.000001.198.00.000 СБ	2 шт.
- приспособление сварочное с кантователем	2 шт.
- роликовый стенд	1 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5т.

Изготавливаемое изделие, рештак, является одной из основных частей шахтного перегружателя ПСН-3100. Рештаки расположены между секцией переходной и рамой концевой и соединяются между собой в «цепочку» посредством технологических пальцев и болтового соединения. К стенкам рештаков прикреплены борта кабелеукладчиков. Количество рештаков в перегружателе варьируется в зависимости от длины лавы и определяется предложением заказчика. Масса рештака составляет 1424 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: 30ХГСФЛ, 14ХГ2САФД, 10ХСНД и Ст3пс. Сварка производится в смеси Ar (80 %) + CO<sub>2</sub> (20 %) сварочной проволокой Св-08Г2С-О диаметром 1,2 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а также шестнадцатью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью  $S = 194,03 \text{ м}^2$ .

## 7.2. Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении

должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О

государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.
10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и

загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

#### 1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до  $180 \text{ мг/м}^3$  пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК 0,1-0,2  $\text{мг/м}^3$ ), а также  $\text{CO}_2$  до 0,5÷0,6%;  $\text{CO}$  до 160  $\text{мг/м}^3$ ; окислов азота до 8,0  $\text{мг/м}^3$ ; озона до 0,36  $\text{мг/м}^3$  (ПДК 0,1  $\text{мг/м}^3$ ); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02 г/кг расходуемого материала (ПДК 1  $\text{мг/м}^3$ ) [33, 34].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью—более 90% частиц, скорость витания частиц < 0,1 м/с.

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бенз(а)пирен, летучие углеводороды.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

Отдельные виды пыли могут растворяться в воде и биологических жидких средах: крови, лимфе, желудочном соке, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия.

Медико-биологические исследования показали непосредственную связь между количеством, концентрацией, химическим составом пыли в рабочей зоне и возникающими профессиональными заболеваниями работников транспорта. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к

профессиональному заболеванию—пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

Наряду с пневмокониозом, наиболее частым заболеванием, вызываемым действием пыли, является бронхит. В бронхах скапливается мокрота, и болезнь хронически прогрессирует.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (извести, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [34].

На участке сборки и сварки изготовления рештака применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет  $0,3 \div 3$  метров в секунду [35].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле[36]:

$$L_m = S \cdot V_{\text{эф}}, \text{ м}^3 \cdot \text{ч}, \quad (7.1)$$

где  $S$  –площадь, через которую поступает воздух,  $\text{м}^2$ ;

$V_{\text{эф}}$  – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредностей, согласно ГОСТ 12.3.003-86  $V_{\text{эф}} = 0,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ .

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \cdot B \cdot n,$$

где  $A$  и  $B$  - ширина и длинна зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [37];

$n$  – количество зонтов.

Определим количество конвентивного тепла выделяемого источником [37]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{\text{и}} + t_{\text{в}}}, \quad (7.2)$$

где  $t_{\text{и}} t_{\text{в}}$  – температура поверхности источника и воздуха, °С.

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 27,4 \text{ Вт.}$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{1,62 \cdot 1,68} = 2,47 \text{ м.} \quad (7.3)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 1,62 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,6 \text{ м,} \quad (7.4)$$

$$B = b + 0,8 \cdot H = 1,68 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,66 \text{ м,} \quad (7.5)$$

$$S = 3,6 \cdot 3,66 \cdot 4 = 52,7 \text{ м}^2,$$

$$L_{\text{м}} = 57,2 \cdot 0,2 = 10,54 \text{ м}^3 \cdot \text{с,}$$

Из расчета видно, что объем воздуха удаляемый от местных отсосов составляет  $L_{\text{м}} = 37946,88 \text{ м}^3 \cdot \text{ч.}$

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВР 300-45-8с двигателем АИР250М837 кВт 740об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

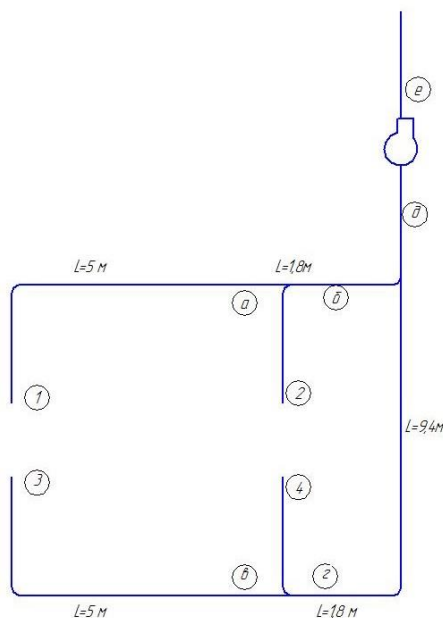


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:



$$L_{m1} = 37946,88 \cdot 2/4 = 18973,44 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Для второй ветви:

$$L_{m2} = 37946,88 \cdot 2/4 = 18973,44 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [39]:

$$Q = 1,13 \cdot \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left( \frac{18973,44}{0,2} \right)^{1/2} = 348 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

$$Q = 1,13 \cdot \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left( \frac{18973,44}{0,2} \right)^{1/2} = 348 \text{ мм},$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$Q = 1,13 \cdot \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left( \frac{37946,88}{0,2} \right)^{1/2} = 492 \text{ мм},$$

## 2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- ПДГО-510;
- Пионер-5000 (НАКС);
- ВДУ-1202;
- ESAB A6S Arc Master;
- WKBS, WICON;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ( $m = 2 \text{ кг}$ ) ГОСТ 2310-77, шабер,

машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР – 22.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно – транспортных устройств (кран мостовой и кран - балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [38].

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [38].

Таблица 7.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения изготовленные из пемзобетонной панели. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие пружинные основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники по ГОСТ Р 12.4.210-99.

### 3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами  $172 \div 293$  Дж/с ( $150 \div 250$  ккал/ч) [34].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [39].

#### 7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна

состоять из 16 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 4 ряда по 6 светильников.

#### 7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6 кал/см<sup>2</sup>·мин [40].

##### 2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в

зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключаяющие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2–Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покрой, а брюки необходимо носить навывпуск.

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

### 3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003-81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

### 4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 м. и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4х12 миллиметров.

## 7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение

всех движущихся и вращающихся частей механизмов;

- правильная фиксация рештака на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

## 7.5 Охрана окружающей среды

### 1. Защита селитебной зоны

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [41].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

### 2. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и

пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки рештака ФЮРА.ПСН-310.198.00.000 СБ используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [41].

### 3. Охрана водного бассейна

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

### 4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки рештака предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [41].

## 7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

На участке возможно возникновение пожара. Поэтому разработанный



участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;
- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

#### 7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

На участке сборки и сварки применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходный периоды года, при категории работ Пб – работы средней тяжести, оптимальные параметры следующие: температура от плюс 17 до минус 19°C; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3м/с. В тёплый период года: температура 20÷22°C; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

## Заключение

Настоящая выпускная квалификационная работа содержит разработку механизированного участка сборки сварки рештака в связи с необходимостью увеличения производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости.

Для сборки рештака применено стационарное сборочно – сварочное приспособление с пневмоприжимами, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс.

Помимо этого, в работе обоснован выбор способа сварки а также сварочных материалов и оборудования. Были произведены расчет элементов приспособлений.

Сформированы мероприятия по безопасности труда и усовершенствованию организации труда. Произведен расчет экономической части предполагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа включает 500 изделий.

Площадь спроектированного участка –  $194,03\text{м}^2$ ;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 45,1%;

Количество приведенных затрат – 60045310,26 руб./изд. · год.

## Список использованных источников

1. Патон Б.Е., Максимов С.Ю., Сидорук В.С., Сараев Ю.Н. – К вопросу о саморегулировании дуги при сварке плавящимся электродом // Сварочное Производство – №12 – 2014 – С. 3-11.
2. Гладков Э.А., Бабкин А.С., Коробейников С.Н., Шолохов М.А., Королев С.А. – Сварка в защитных газах с колебаниями электрода. Тепловая задача // Сварочное Производство – №7 – 2015 – С. 3-8.
3. Дюргеров Н.Г., Морозкин И.С., Ленивкин В.А. –Интегральное саморегулирование в процессах дуговой сварки // Сварочное Производство – №10 – 2016 – С. 13-16.
4. СП 53-101-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций.
5. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. – М.: Сов.радио, 1979. – 184 с.
6. Джонс Дж.К. Методы проектирования. – М.: Мир, 1986. – 326 с.
7. Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений. – М.: Мир, 1969. – 440 с.
8. Марочник сталей и сплавов / Ю. Г. Драгунов, Ю. В. Каширский и др.; под общей ред. А.С Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216с.: ИЛЛ.
9. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с.
10. Томас К. И., Ильященко Д. П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» -2011. – 247с.
11. Китаев А. М. Китаев Я. А. Справочная книга сварщика. М: Машиностроение, 1985. - 256 с.
12. Проволока стальная сварочная. технические условия. ГОСТ 2246-70 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [http://www.standartov.ru/norma\\_doc/3/3903/index.htm](http://www.standartov.ru/norma_doc/3/3903/index.htm)

13. Флюс сварочный АН-348А [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.ventsvar.ru/catalog/flux-an-348a.html?pid=15695>
14. Федько В.Т./Курсовая работа и расчет режимов при дуговой сварке плавлением с применением ЭВМ. Томск «Издательство ТПУ,» - 1993. – 98с.
15. Сварочный полуавтомат ПДГО-510 с выпрямителем Пионер-5000 (НАКС) [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.seveko.ru/catalog/elektro-svarochnoe-oborudovanie/poluvavtomaticheskaya-svarka/poluvavtomaty-perenosnoj-mpp/pdgo-510-s-pioner-5000-naks/>
16. Сварочный выпрямитель ВДУ-1202[Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:<https://www.seveko.ru/catalog/elektro-svarochnoe-oborudovanie/avtomaticheskaya-svarka-saw/istochniki-saw/vdu-1202/>
17. Сварочная головка ESAB A6S Arc Master [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:<https://www.uniprofit.ru/catalog/avtomatizatsiya-svarki/sgksnf/esab-a6s-arcmaster/>
18. Консольные сварочные колонны серии WKBS, WICON (Турция) [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:[https://www.intertechpribor.ru/catalog/avtomatizatsiya\\_svarki/svarochnye\\_kolonn\\_y/1492/](https://www.intertechpribor.ru/catalog/avtomatizatsiya_svarki/svarochnye_kolonn_y/1492/)
19. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
20. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000-24с.
21. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.
22. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Новейшие технологии изготовления сварных конструкций. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2006.
23. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Устройства для перемещения сварочных аппаратов и их расчет. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ

ЮТИ ТПУ-2004.

24. Крампит Н.Ю., Копытов О.В., Друзик О.А. Устройства для перемещения сварочных аппаратов. Сварочные колонны и тележки. «Оборудование и технология сварочного производства», 2012 г.

25. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.

26. Крампит Н. Ю. Сварочные приспособления. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства» ДО, 2008 г.

27. Ковалев Г.Д., Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Механическое сварочное оборудование. Учебное пособие для ст. спец.120500, Изд-во ТПУ, г. Томск- 2012г.

28. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г., Крампит М.А. Устройства для поворота изделия. Вращатели и манипуляторы. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства», 2012.

29. Крампит Н.Ю., Крампит М.А., Лукашов А.С. Устройства для перемещения изделия. Транспортёры. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства», 2012 г.

30. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 3. – М.: Машиностроение, 1978-557с.

31. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40с.

32. О.Н. Жданова. Организация производства и менеджмент: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 120500 «Оборудование и технология сварочного производства» -Юрга; ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2005.– 32с.

33. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»

34. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

35. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:<http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>

36. О.Н.Русак, доктор технических наук, профессор. Промышленная вентиляция Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. Санкт-Петербург 2011.

37. В.М. Гришагин, В.Я. Фарберов "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96с.

38. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

39. П.П. Кукин, В.Л. Лапин. Е.А. Подгорных и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298с.

40. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141с.

41. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:<http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-cto-selitebnaya-territoriya>